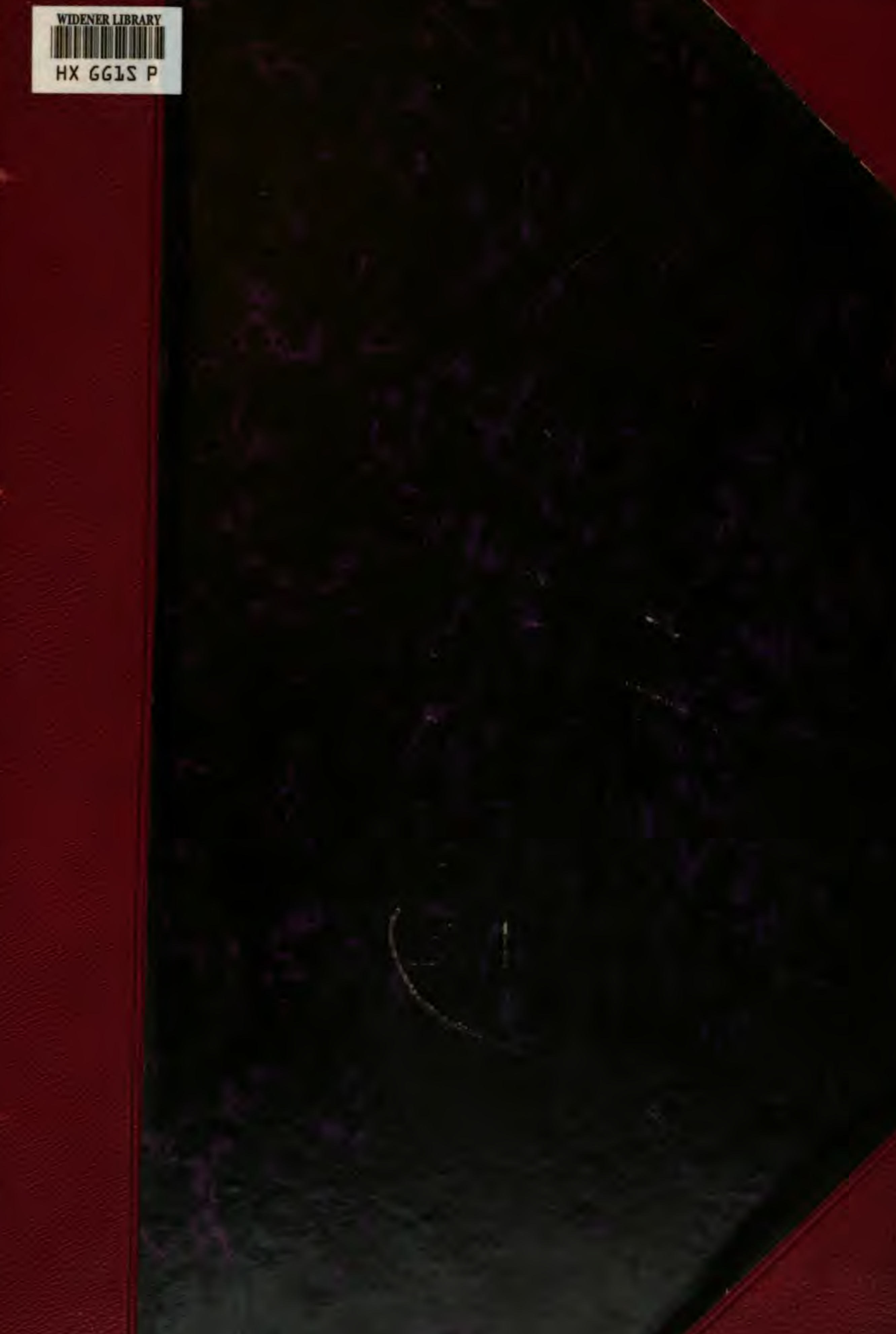
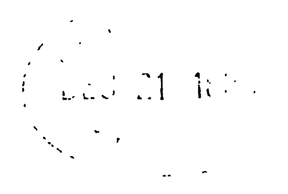

WIDENER LIBRARY
HX GG1Z P





4-410

L'ASTRONOMIE.

ŒUVRES DE CAMILLE FLAMMARION

OUVRAGE COURONNÉ PAR L'ACADÉMIE FRANÇAISE

ASTRONOMIE POPULAIRE

Exposition des grandes découvertes de l'Astronomie moderne; 1 vol. gr. in-8°, illustré de 360 figures, planches et chromolithographies. *Soixante-quinzième mille.* 12 fr.

LES ÉTOILES ET LES CURIOSITÉS DU CIEL

SUPPLÉMENT DE L'« ASTRONOMIE POPULAIRE »

Description complète du Ciel, étoile par étoile, constellations, instruments, Catalogues, etc. 1 vol. gr. in-8°, illustré de 400 figures, cartes et chromolithographies. *Quarantième mille.* 10 fr

LES TERRES DU CIEL

Description physique des planètes de notre système et étude des conditions actuelles de la vie à leur surface. 1 vol. grand in-8°, illustré de photographies célestes, vues télescopiques. 400 figures. *Quarante-cinquième mille.* 10 fr.

LE MONDE AVANT LA CRÉATION DE L'HOMME.

Origines de la Terre. — Origines de la vie. — Origines de l'humanité.
1 vol. gr. in-8, illustré de 400 fig., 5 aquarelles, 8 cartes géologiques en couleur, etc. 10 fr.

DANS LE CIEL ET SUR LA TERRE

Tableaux et harmonies. 1 vol. orné de 4 eaux-fortes. 5 fr.

LA PLURALITÉ DES MONDES HABITÉS

Au point de vue de l'Astronomie, de la Physiologie et de la Philosophie naturelle
32° édition. 1 vol. in-12. 3 fr. 50
Le même ouvrage, édition bijou : 4 fr.

LES MONDES IMAGINAIRES ET LES MONDES RÉELS

Revue des théories humaines sur les habitants des astres.
20° édition. 1 vol. in-12. 3 fr. 50.

HISTOIRE DU CIEL

Histoire populaire de l'Astronomie et des différents systèmes imaginés pour expliquer l'Univers.
4° edition. 1 vol. gr. in-8, illustré. 9 fr.

RÉCITS DE L'INFINI

Lumen. — Histoire d'une âme. — Histoire d'une comète. — La vie universelle et éternelle.
11° édition. 1 vol. in-12. 3 fr. 50.

DIEU DANS LA NATURE

Ou le Spiritualisme et le Matérialisme devant la Science moderne.
21° édition. 1 fort vol. in-12, avec le portrait de l'auteur. 4 fr.

CONTEMPLATIONS SCIENTIFIQUES

Nouvelles études de la Nature et exposition des œuvres éminentes de la Science contemporaine
2 vol. in-12. Le vol : 3 fr. 50.

VOYAGES AÉRIENS

Journal de bord de douze voyages scientifiques en ballon, avec plans topographiques.
1 vol. in-12. 3 fr. 50.

LES DERNIERS JOURS D'UN PHILOSOPHE

PAR SIR HUMPHRY DAVY

Ouvrage traduit de l'anglais et annoté. 1 vol. in-12. 3 fr. 50.

ÉTUDES SUR L'ASTRONOMIE

Découvertes de l'Astronomie contemporaine, recherches personnelles de l'auteur, etc.
9 vol. in-12. Le vol. 2 fr. 50.

ASTRONOMIE SIDÉRALE : LES ÉTOILES DOUBLES

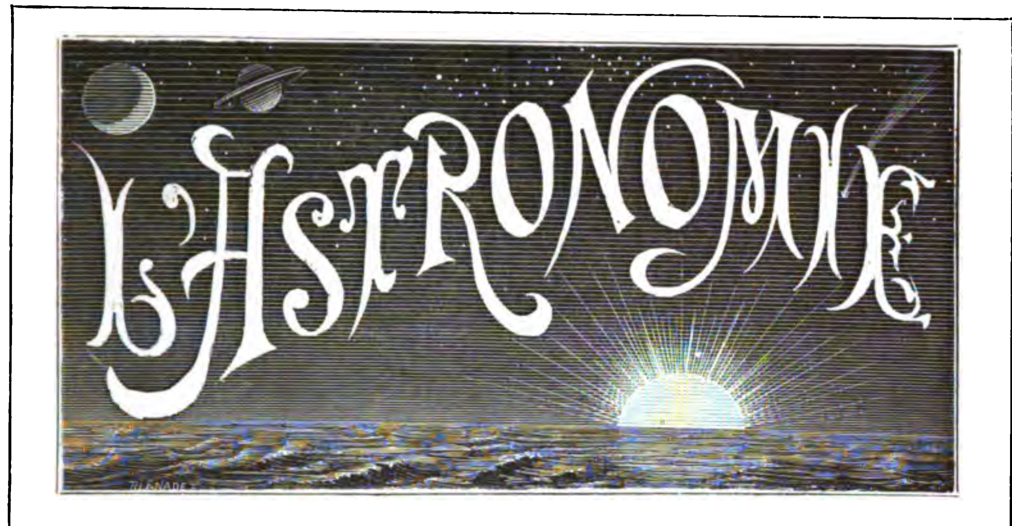
Catalogue des étoiles multiples en mouvement, contenant les observations et l'analyse des mouvements. 1 vol. gr. in-8. 8 fr.

LES MERVEILLES CÉLESTES

Lectures du soir à l'usage de la jeunesse. 89 grav. et 3 cartes célestes (44° mille).
1 vol. in-12. 2 fr. 25.

Grande carte céleste contenant toutes les étoiles visibles à l'œil nu, étoiles doubles, nébuleuses, amas, etc. Gr. format : 1m,20 sur 0m,90. Prix : 6 fr.

Globe de Mars construit d'après les dernières observations. Prix : 4 fr.; franco, 5 fr



REVUE
D'ASTRONOMIE
POPULAIRE,

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

EXPOSANT

LES PROGRÈS DE LA SCIENCE PENDANT L'ANNÉE;

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

CINQUIÈME ANNÉE, 1886,

Illustrée de 150 figures.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1er Janvier 1887.

La Revue paraît mensuellement, par fascicules de 40 pages, le 1er de chaque Mois.
Elle est publiée en volume à la fin de chaque année.

Prix de l'abonnement :

Paris : **12** fr. — Départements : **13** fr. — Étranger : **14** fr.

(L'abonnement ne se prend que pour un an, à partir du 1er janvier.)

Prix du Numéro : **1 fr. 20** c. chez tous les Libraires.

Prix des années parues :

Tome I. 1882 (10 Nos avec 135 figures). — Broché : **10** fr. Relié avec luxe : **14** fr
Tome II. 1883 (12 Nos avec 172 figures). — Broché : **12** fr. Relié avec luxe : **16** fr.
Tome III. 1884 (12 Nos avec 172 figures). — Broché : **12** fr. Relié avec luxe : **16** fr.
Tome IV. 1885 (12 Nos avec 160 figures). — Broché : **12** fr. Relié avec luxe : **16** fr.
Tome V. 1886 (12 Nos avec 150 figures). — Broché ; **12** fr. Relié avec luxe : **16** fr.

Un cartonnage spécial, pour relier tous les volumes uniformément, est mis à la disposition des abonnés, au prix de 2fr, 50.

5e Année. N° 1. Janvier 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ETRANGERS

CE NUMÉRO RENFERME

L'ANNUAIRE ASTRONOMIQUE POUR 1886,

l'*Agenda des observateurs* pour tous les jours de l'année, les *cartes* des mouvements des planètes, les aspects du ciel, occultations d'étoiles par la Lune, conjonctions, rapprochements, étoiles variables, etc., en un mot, tout ce qui concerne l'étude pratique du ciel.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

AVIS IMPORTANT. — Votre abonnement expirant le 31 décembre prochain, vous êtes prié de vouloir bien, si vous ne l'avez déjà fait, en envoyer le montant à M. Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris. Si vous le préférez, le prix de l'abonnement sera recouvré à votre domicile et l'administration de *L'Astronomie* se considérera comme autorisée à faire présenter la quittance chez vous à partir du 31 janvier 1886. Dans ce cas, le prix de l'abonnement sera majoré de **50** centimes pour frais de recouvrement en France et de **1** franc pour l'Étranger.

PARIS : **12** fr. — DÉPARTEMENTS : **13** fr. — ÉTRANGER : **14** fr. — PRIX DU NUMÉRO : **1 fr. 20 c.**

SOMMAIRE DU N° 1 (JANVIER 1886).

Annuaire astronomique pour l'année 1886, par M. E. VIMONT (9 figures). — **Les étoiles filantes du 27 novembre et la comète désagrégée,** par M. C. FLAMMARION (5 figures). — **Documents envoyés de tous les pays sur les étoiles filantes du 27 novembre.** — **Observations astronomiques,** par M. E. VIMONT (2 figures).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.
BERTHELOT. — Sur les signes des métaux rapprochés des signes des planètes.
YOUNG. — Les problèmes actuels de l'Astronomie.
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
LEMSTRONE ET NORDENSKIŒLD. — Les aurores boréales.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**

Le plan du Journal comporte une grande variété *d'articles. Chaque Numéro contient des descriptions de science populaire rédigées pour les lecteurs qui ne font pas profession de science, pour les gens du monde en général; des études plus approfondies destinées aux astronomes amateurs; et des recherches intéressant les savants curieux de pénétrer de plus en plus les grands problèmes de la nature.*



ANNUAIRE ASTRONOMIQUE POUR 1886.

Suivant l'exemple inauguré avec tant de succès en janvier 1885, la Revue consacrera son premier numéro de chaque année à réunir, sous une forme facile à consulter, l'ensemble des faits astronomiques qui doivent caractériser l'année. Un exposé général présentera cet ensemble, et un **agenda** quotidien indiquera les phénomènes qui en dehors des études uranographiques que l'on peut faire tous les jours dans le ciel étoilé peuvent solliciter de préférence l'attention des observateurs. Sans doute, tous les lecteurs de l'*Astronomie*, tous ceux qui aiment à se tenir au courant des progrès incessants réalisés dans la connaissance de l'univers, ne sont pas observateurs et n'ont pas d'instruments à leur disposition; cependant à eux aussi notre Annuaire astronomique peut être utile, parce qu'il fait connaître tous les jours l'état du ciel visible à l'œil nu, les positions des planètes, les phases de la Lune, marées, éclipses, rapprochements de planètes, pluies d'étoiles filantes, etc.

SOLEIL.

Le Soleil présente en ce moment une décroissance marquée dans le nombre de ses taches et son activité se ralentit. Néanmoins l'observation de sa surface n'en devient que plus intéressante, car elle permet de suivre les retours et les fluctuations qui se produisent.

Les observateurs qui poursuivent cette étude si passionnante doivent tenir un registre régulier et ne pas omettre d'y inscrire méthodiquement tout ce qu'ils auront aperçu de remarquable. Souvent une note prise avec exactitude permet d'élucider une question scientifique intéressante.

L'Astronomie recevra toujours avec reconnaissance les observations faites par ses lecteurs : un jour ou l'autre elles se trouvent utilisées pour le plus grand progrès de la Science.

LUNE.

Pendant l'année 1886, l'inclinaison de l'orbite de la Lune sur l'équateur offrira une variation peu importante; elle se maintiendra entre 19° 12′ 40″ de latitude boréale et 19° 13′ 59″ de latitude australe. La hauteur minimum du disque de notre satellite au-dessus de l'horizon de Paris, lors de son passage au méridien sera donc de 21° 57′ et sa hauteur maximum de 60° 24′.

Rien n'est plus curieux à observer que les splendides jeux de lumière auxquels donnent naissance les rayons solaires en tombant sur la surface de la Lune, à travers une atmosphère si raréfiée. Que ses plaines sombres sont belles, ses pics étincelants, lors du Premier Quartier! Et ces hautes montagnes qui projettent au loin leurs ombres toujours noires, et ces cratères aux cavités obscures, mystérieuses, qui abritent peut-être les habitations des Sélénites! Chacun peut aujourd'hui se rendre compte par lui-même de ces merveilleux effets, en se servant d'une de ces lunettes populaires que l'industrie moderne produit à si bon marché.

ÉCLIPSES.

Les traités de Cosmographie nous apprennent (V. l'*Astronomie populaire*, de Flammarion, p. 245) qu'il ne peut jamais y avoir moins de *deux éclipses* par an et que, dans ce cas, toutes deux sont des *éclipses de Soleil*. C'est ce qui a lieu en 1886.

La première éclipse de Soleil est *annulaire;* elle commencera le 5 mars, à $7^h 10^m$ du soir, et finira le 6, à $1^h 19^m$ du matin. Le Soleil se couchant, à cette date, à $5^h 48^m$, sera par conséquent au-dessous de l'horizon de Paris, pendant toute la durée du phénomène. L'éclipse annulaire sera visible dans le golfe des Antilles, l'Amérique centrale, le Mexique, les États-Unis, etc.

La seconde éclipse de Soleil est une *éclipse totale* qui commencera à $10^h 20^m$ du matin, le 29 août, et finira à $3^h 42^m$ du soir, temps moyen de Paris. Quoique le Soleil ne cesse de se montrer au-dessus de l'horizon de la majeure partie de l'Europe, le phénomène ne sera pas observable en France. La ligne de l'éclipse centrale partira non loin de Panama, traversera la Colombie, le Vénézuela, l'Océan Atlantique, le Congo, la Cafrerie et le Mozambique, pour se terminer dans la partie orientale de Madagascar, au sud de Tamatave.

GRANDES MARÉES.

L'annonce des grandes marées intéresse les travaux et les mouvements des ports, surtout ceux de la Manche, où l'on doit prendre certaines précautions contre les désastres qu'elles peuvent occasionner.

Dans nos contrées, les plus grandes marées suivent d'un jour et demi la Nouvelle et la Pleine Lune. Les marées de syzygies ne sont pas toutes égale-

ment fortes et varient avec les déclinaisons du Soleil et de la Lune, et les distances de ces deux astres à la Terre ; elles sont d'autant plus considérables que la Lune et le Soleil sont plus rapprochés de la Terre et du plan de l'équateur.

L'année 1886 sera remarquable par ses hautes marées dont quatre, celles des 20 février, 21 mars, 31 août et 29 septembre, atteindront presque leur maximum de grandeur (1,15), et pourront occasionner des sinistres, surtout si elles sont favorisées par les vents.

Ce sont ces dates qu'il faudra choisir pour se rendre à Caudebec ou dans la baie du mont Saint-Michel, pour admirer ces grandioses phénomènes.

OCCULTATIONS DE PLANÈTES ET D'ÉTOILES PAR LA LUNE.

Dans le cours de l'année, les astronomes dispersés parmi les diverses régions de notre globe, seront à même d'observer plusieurs occultations de planètes ou d'étoiles de première grandeur, par le disque de la Lune.

La planète *Jupiter* sera occultée huit fois : les 24 janvier, 21 février, 20 mars, 16 avril, 13 mai, 9 juin, 7 juillet et 3 août.

Uranus six fois : les 24 janvier, 21 février, 20 mars, 16 avril, 14 mai et 10 juin

Mars une fois : le 9 juin, vers 9^h du matin.

Mercure une fois : le 2 mai, à 1^h du matin.

Vénus, deux fois : le 9 janvier et le 30 avril.

Régulus, deux fois : le 19 novembre et le 16 décembre.

Enfin, *Aldébaran* sera encore occulté dix fois : les 16 janvier, 12 mars, 8 avril, 29 juin, 27 juillet, 23 août, 19 septembre, 16 octobre, 13 novembre et 10 décembre. De plus, il y aura un grand nombre d'occultations d'étoiles de 3e, 4e, 5e et 6e grandeur. Nos éphémérides mensuelles contiendront toutes les indications relatives aux circonstances des occultations et les figures des principales.

L'**agenda quotidien** présente, jour par jour, les faits astronomiques les plus saillants, de nature à être consulté avec fruit par tous les amateurs. L'heure des phénomènes est celle de Paris, temps moyen.

On y trouvera : les phases de la *Lune*, les dates des *apogées* et des *périgées ;* les *occultations* des planètes et des étoiles des cinq premières grandeurs; les *rapprochements* remarquables et *conjonctions* des planètes entre elles ou avec la Lune, le Soleil et les étoiles; les *maxima* et *minima* des *étoiles variables* faciles à reconnaître dans le ciel; les *positions, périhélies, aphélies, oppositions* et plus grandes *élongations* des planètes; les *distances* et *diamètres* du Soleil à l'aphélie et au périhélie; les plus grandes *marées;* les *levers* et *couchers* du Soleil, le 1er et le 15 de chaque mois; les *étoiles filantes,* etc., etc...

La colonne mensuelle donne également l'*état du ciel étoilé*, la *situation* des plus brillantes *constellations* et les *planètes* visibles.

JANVIER

1. V ♀ est visible en plein jour, à l'œil nu, pendant tout ce mois.
2. S Étoiles filantes dans Hercule.
3. D ☿ en conjonction avec ☾; à 7^h matin, ☿ 2°34′ au Sud.
4. L Max. de η Aigle (3,5), à 11^h40^m soir.
● 5. M Min. de δ Balance (6,1), 6^h22^m soir.
6. M Min. de δ Céphée (4,9), 5^h soir.
7 α J
8. V
9. S A 2^h matin, ☿ plus grande élongation 23°21′ O; A 6^h, ♀ en conjonction avec ☾, à 0°38′ au Sud.
10. D ♄ en conjonction avec μ Gémeaux.
11. L
12. M Min. de δ Balance, 5^h56^m soir.
☽ 13. M ♀ atteint son éclat maximum. — Max. de δ Céphée (3,7), 5^h soir.
14. J
15. V
16. S Occult. de θ^1 et θ^2 Taureau, d'*Aldébaran*.
17. D
18. L ♄ en conjonction avec ☾, et à 4°8′ N.
19. M Min. d'Algol à 8^h9^m soir.
○ 20 π M Grande marée.
21. J Grande marée.
22. V Min. d'Algol à 4^h58^m soir.
23. S
24. D ♂ en conjonction avec ☾, et à 2°56′ au Nord, à 2^h matin. — ♃ en conjonction avec ☾, et à 0°17′ au Sud, à 6^h du soir.
25. L Occultation de ♅, 6^h matin.
26. M
☾ 27. M Min. de U Céphée, à 11^h30^m soir.
28. J
29. V Max. de δ Céphée, 7^h12^m soir.
30. S
31. D

Ciel étoilé (9^h soir).

Zénith. Persée. Cocher. Andromède.
Nord... Petite Ourse. Céphée. Cassiopée. Dragon.
Est.... Lion. Cancer. Gémeaux. — Grande Ourse au N.-E.
Sud.... Orion. Taureau. Pléiades. Bélier. — Sirius au S.-E.
Ouest... Poissons. Pégase. Baleine. — Cygne au S.-O.

Planètes visibles.

Mercure, le matin, dans Ophiuchus et le Sagittaire.
Vénus, le soir, dans le Verseau. — Partie éclairée = 0,25, le 15.
Mars, le soir, dans la Vierge. — Partie éclairée = 0,93, le 15.
Jupiter, dans la Vierge, entre η et γ, le soir.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux, près μ.
Uranus, le soir, dans la Vierge, au sud de γ.

Le 1er, Lever ☉ à 7^h56^m. Coucher à 4^h12^m.
Le 15, » 7 51 » 4 29

FÉVRIER

1. L
2. M ☿ en conjonction avec ☾, à 5°24′ au Sud, 8^h soir.
3 α M
● 4. J
5. V ♀ en conj. avec ☾, à 5°59′ au Nord, 7^h s.
6. S ♀ au périhélie, 9^h matin.
7. D ♂ aphélie, 6^h mat. — Min. de δ Céphée, 9^h soir.
8. L Min. d'Algol à 9^h51^m soir.
9. M Max. de η Aigle. 9^h40^m s.
10. M
11. J Min. d'Algol à 6^h40^m soir.
☽ 12. V Occultation γ Taureau (4e gr.).
13. S
14. D ♄ en conjonction avec ☾, à 4°21′ au Nord, 9^h s. — Max. de δ Céphée, 9^h35^m s.
15. L
16. M
17. M
○ 18 π J ♀ en conj. inf. avec ☉, 7^h s.
19. V ☿ en conj. avec ♀. à 11°22′ au Sud, 4^h matin. — Grande marée.
20. S ♂ en conjonction avec ☾, à 3°50′ au Nord, 6^h matin. — Grande marée.
21. D ♃ en conj. avec ☾. à 0°8′ au Sud, 2^h mat. — Occultation ♅ par ☾, 6^h matin.
22. L
23. M Min. de δ Céphée.
24. M ☿ en conj. sup. avec ☉, 4^h soir.
☾ 25. J Min. de δ Balance, 11^h11^m soir.
26. V
27. S
28. D Min. d'Algol à 11^h33^m s. et de η Aigle.

Ciel étoilé.

Zénith. Persée. Cocher. Gémeaux. Taureau.
Nord... Petite Ourse. Céphée. Dragon.
Est.... Vierge. Lion. Cancer. — Grande Ourse au N.-E.
Sud.... Grand Chien. Orion. — Hydre au S.-E.
Ouest.. Andromède. Pégase. Bélier. Poissons.

Planètes visibles.

Vénus, le soir, dans le Verseau, puis le matin, dans la même constellation. — Partie éclairée = 0,007, le 15.
Mars, le soir, dans la Vierge, puis le Lion. — Partie éclairée = 0,98, le 15.
Jupiter, le soir, dans la Vierge, près de l'étoile η.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux, près μ et η.
Uranus, le soir, dans la Vierge, près γ.

Le 1er, Lever ☉ à 7^h33^m. Coucher à 4^h56^m.
Le 15, » 7 11 » 5 1

ABRÉVIATIONS.

☉ = Soleil.	♃ = Jupiter.	○ = Pleine Lune.
☾ = Lune.	♄ = Saturne.	☽ = Premier quartier.
☿ = Mercure.	♅ = Uranus.	☾ = Dernier quartier.
♀ = Vénus.	♆ = Neptune.	α = Lune apogée.
♂ = Mars.	● = Nouvelle lune.	π = Lune périgée.

MARS

1. L
2 « M Max. de δ Céphée, $11^h 50^m$ soir.
3. M ♀ en conj. avec ☾, 6° 10′ au Nord, à 10^h soir.
4. J Min. de δ Balance, $10^h 45^m$ soir.
● 5. V Eclipse annulaire de Soleil, invisible en Europe.
6. S ♂ en opposition avec ☉. — ☿ en conj. avec ☾, à 0° 8′ au Nord, à 6^h.
7. D Min. de η Aigle.
8. L
9. M Occultation de ξ^1 Baleine (4ᵉ gr.), par la Lune.
10. M
11. J Min. de δ Balance, $10^h 19^m$ soir.
12. V Occultation d'Aldébaran, vers midi.
☽ 13. S
14. D ♄ en conj. avec ☾, à 4° 27′ au Nord, 4^h matin.
15. L ☿ au périhélie, 6^h matin.
16. M
17. M Max. de η Aigle, $7^h 30^m$ soir.
18 * J à 11^h matin. — Min. de δ Balance, $9^h 53^m$.
19. V ♂ en conj. avec ☾, 4° 27′ au Nord, à 2^h matin.
○ 20. S Soleil à l'équinoxe, à $4^h 36^m$ soir, printemps astronomique. — ♃ en conj. avec ☾, 0° 13′ au Nord, à 8^h M.
21. D Grande marée d'équinoxe. — ♃ en oppos. avec ☉, 7^h soir.
22. L ☿ à sa plus grande élongation orientale, 18° 31′, à 2^h matin.
23. M Occult. de γ Balance (4,5 gr.), par la Lune. — Min. d'Algol à $10^h 5^m$ soir.
24. M Max. de η Aigle, $9^h 40^m$ soir.
25. J ♀ atteint son éclat maximum. — Min. de δ Balance, $9^h 27^m$ soir.
26. V ♅ en oppos. avec ☉. — Min. d'Algol, $6^h 53^m$ soir.
☾ 27. S
28. D
29. L Max. de δ Céphée, $7^h 30^m$ soir.
30 « M
31. M ♀ en conj. avec ☾, 1° 52′ au Nord, 8^h.

Ciel étoilé.

Zénith. Grande Ourse. Gémeaux. Cocher.
Nord... Petite Ourse. Céphée. Cassiopée.
Est.... Vierge. Chevelure. Lion. — Dragon au N.-E.
Sud.... Hydre. Navire. Licorne. Petit Chien.
Ouest.. Taureau. Bélier. — Orion au S.-O, Cassiopée au N.-O.

Planètes visibles.

Mercure, le soir, dans les Poissons.
Vénus, le matin, dans le Verseau. — Partie éclairée = 0,16, le 15. Visible à l'œil nu durant le mois.
Mars, le soir, dans le Lion. — Partie éclairée = 0,996, le 15.
Jupiter, le soir, dans la Vierge.
Saturne, le soir, près μ Gémeaux.
Uranus, le soir, au sud de γ et η Vierge.

Le 1ᵉʳ, Lever ☉, $6^h 44^m$. Coucher, $5^h 42^m$.
Le 15, » 6 16 » 6 3

AVRIL

1. J Min. de δ Balance, $9^h 1^m$.
2. V
3. S Max. de δ Céphée, $11^h 50^m$ soir.
● 4. D ☿ en conj. avec ☾, à 6° 25′ au Nord.
5. L
6. M
7. M Min. de δ Céphée, à $9^h 40^m$ s.
8. J Occultation d'Aldébaran par la Lune. — Min. de δ Balance, $8^h 35^m$ soir. —
9. V ☿ en conj. inférieure avec ☉, 4^h matin.
10. S ♄ en conj. avec ☾, à 4° 24′ au Nord.
☽ 11. D
12. L Étoiles filantes.
13. M
14. M Min. de U Ophiuchus, $12^h 8^m$ soir. — Max. de δ Céphée, 10^h soir.
15. * J ♂ en conj. avec ☾, 3° 44′ au Nord. — Min. d'Algol, $8^h 36^m$ s., et de δ Balance.
16. V ♃ en conj. avec ☾, 0° 29′ au nord, à midi. — Occultation d'Uranus par la Lune.
17. S
○ 18. D Occultation de κ Vierge (4,5 gr.).
19. L Grande marée. — Essaim de météores cosmiques dans Hercule.
20. M Grande marée. — Etoiles filantes. —
21. M Passage au périhélie de la Comète Tempel-Swift, dont la période est de 5 ans 5 mois 11 jours.
22. J Etoiles filantes provenant de la Comète I, 1861, dont la durée de révolution est de 400 ans. — Min. de δ Balance
23. V
24. S Min. d'Algol, $11^h 2^m$ matin.
25. D
☾ 26. L
27 « M
28. M ☿ aphélie.
29. J ♀ à sa plus grande élongation occidentale : 46° 8′. — Min. de δ Balance, $7^h 17^m$
30. V ♀ en conj. avec ☾, 0° 19′ au Nord. —

Ciel étoilé.

Zénith. Grande Ourse. Lion. — Dragon au N.-E.
Nord... Petite Ourse. Céphée. Cassiopée.
Est.... Bouvier. Chevelure. Balance. Vierge.
Sud.... Corbeau. Hydre. Licorne. Procyon.
Ouest.. Gémeaux. Orion. Taureau. Pléiades.

Planètes visibles.

Mercure, le soir, dans les Poissons, puis le matin, dans la même constellation.
Vénus, le matin, dans le Verseau et les Poissons. Visible en plein jour durant le mois. — Partie éclairée = 0,41, le 15.
Mars, le soir, dans le Lion. — Partie éclairée = 0,94, le 15.
Jupiter, le soir, dans la Vierge, non loin de β.
Saturne, le soir, près μ Gémeaux.
Uranus, le soir, au sud de η Vierge.

Le 1ᵉʳ, Lever ☉. $5^h 40^m$. Coucher, $6^h 28^m$.
Le 15 » 5 11 » 6 50.

MAI

1. S Min. de δ Balance, à $15^h 9^m$ soir.
2. D Occultation de ☿ par la Lune, à 1^h mat.
3. L
● 4. M Min. de δ Céphée, à 8^h soir.
5. M Marée moyenne. — Min. de U Ophiuchus, $11^h 20^m$ soir. — Max. de U Sagittaire, 8^h soir.
6. J Min. de U Ophiuchus, $7^h 28^m$ soir. — Max. de η Aigle, 11^h soir.
7. V ☿ à sa plus grande élongation occidentale : 26°16'. — ♄ en conj. avec ☾, 4°13' au Nord, à 10^h soir.
8. S Min. de δ Balance, à $14^h 43^m$ soir.
9. D Min. de δ Céphée, 12^h soir.
10 ⁎ L
☽ 11. M Min. de U Ophiuchus, $8^h 14^m$ soir et de η Aigle, à $8^h 30^m$ soir.
12. M ♂ en conj. avec ☾, 2°6' au Nord, à midi.
13. J Occultation de ♃ par la ☾, vers 4^h soir. — ♃ en conj. avec ☾, à 0°25' au Nord, à Greenwich.
14. V Occultation de ι Vierge (4,5 gr.), par la Lune. — Occultation de ♅ par la ☾, 4^h matin.
15. S Min. de δ Balance.
16. D ♆ en conj. avec ☉, à 6^h matin. — Min. de U Ophiuchus, à 9^h soir.
17. L
○ 18. M Min. de η Aigle, 11^h soir.
19. M Min. de U Sagittaire, 4^h matin.
20. J Max. de δ Céphée, 10^h soir.
21. V Min. de U Ophiuchus, à $9^h 46^m$ soir et de X Sagittaire, à 11^h soir.
22. S Max. de U Sagittaire, 12^h soir.
23. D
24 « L
☾ 25. M
26. M Min. de U Ophiuchus, à $10^h 32^m$ soir.
27. J Max. de δ Céphée, 8^h soir.
28. V Max. de X Sagittaire, à 11^h soir.
29. S ♀ aphélie.
30. D ♀ en conj. avec ☾, 1°18' au Nord, à 1^h matin.
31. L ☿ en conj. avec ♆, 0°32 au Nord, à 6^h m.

Ciel étoilé.

Zénith. Grande Ourse. Chiens de Chasse. Chevelure.
Nord... Petite Ourse. Cassiopée. Céphée.
Est.... Scorpion. Balance. Hercule. Serpent. Bouvier. Couronne. — Lyre au N.-E.
Sud.... Hydre. Corbeau. Vierge.
Ouest.. Cancer. Gémeaux. Cocher. — Lion au S.-O.

Planètes visibles.

Mercure, le matin, dans les Poissons, le Bélier et le Taureau.
Vénus, le matin, dans les Poissons. — Partie éclairée = 0,57, le 15.
Mars, le soir, dans le Lion. — Partie éclairée = 0,90, le 15.
Jupiter, dans la Vierge, près β, le soir.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux.
Uranus, le soir, au sud de η Vierge.

Le 1er, Lever ☉ à $4^h 42^m$. Coucher à $7^h 33^m$.
Le 15, » $4^h 21^m$. » $7^h 33^m$.

JUIN

1. M ☿ en conj. avec ☾, 4°3' au Nord.
● 2. M
3. J Marée moyenne.
4. V ♄ en conj. avec ☾, 4°1' au Nord, à 10^h du matin. — Max. de X Sagittaire, $11^h 30^m$ soir.
5 ⁎ S Min. de U Ophiuchus, $12^h 4^m$ soir, de δ Céphée, 12^h soir.
6. D Min. de U Couronne (7,6 à 8,8 gr.), à $13^h 25^m$ s., de U Ophiuchus, $8^h 12^m$ s.
7. L Max. de δ Céphée.
8. M Min. de X Sagittaire.
☽ 9. M Occultation de Mars par la Lune, 9^h matin. — Occultation de Jupiter par la Lune, 10^h soir.
10. J Occultation d'Uranus par la Lune.
11. V ♂ en quad. avec ☉. — ☿ au périhélie. — ♅ en station. — Min. de U Ophiuchus, $8^h 58^m$ soir.
12. S ☿ en conj. sup. avec ☉, 2^h matin. — ♆ au périhélie.
13. D Min. de U Couronne, $11^h 8^m$ soir.
14. L Max. de U Sagittaire.
15. M
○ 16. M à $1^h 48^m$ soir. — Min. de U Ophiuchus, à $9^h 44^m$ s.
17. J Max. de δ Céphée.
18. V ♃ en quad. avec ☉, 10^h matin.
19. S Min. de δ Balance, à $12^h 7^m$ soir.
20. D ☿ en conj. avec ♄, 2°16' au Nord, 13^h s. — Min. de U Couronne, à $8^h 50^m$ s.
21 « L Soleil au solstice, à $0^h 50^m$ soir : commencement de l'été astronomique. — Min. de U Ophiuchus, $10^h 30^m$ soir.
22. M Min. de X Sagittaire.
23. M Min. de η Aigle, 10^h soir.
☾ 24. J
25. V ♅ en quad. avec ☉, 8^h matin.
26. S Min. de δ Balance, à $11^h 41^m$ soir. — Min. de U Ophiuchus, $11^h 16^m$ soir.
27. D ♀ en conj. avec ☉, 7^h matin.
28. L ♂ en conj. avec ♃, 0°59' au Sud, à 10^h matin. — ♀ en conj. avec ☾, 2°57' au Nord, 12^h soir.
29. M Occultation d'Aldébaran par la Lune.
30. M Min. de η Aigle, $11^h 50^m$ soir.

Ciel étoilé.

Zénith. Grande Ourse. Bouvier. Cœur de Charles.
Nord... Petite Ourse. Céphée. Cassiopée. — Cygne au N.-E.
Est.... Sagittaire. Scorpion. Aigle. Lyre. Hercule. Couronne. — Ophiuchus au S.-E.
Sud.... Vierge. Arcturus. Balance. Corbeau.
Ouest.. Lion. Cancer. Castor et Pollux. — Capella au N.-E.

Planètes visibles.

Mercure, le soir, dans les Gémeaux, le Cancer.
Vénus, le matin, dans le Bélier et le Taureau. — Partie éclairée = 0,698, le 15.
Mars, le soir, dans le Lion et la Vierge. — Partie éclairée = 0,885, le 15.
Jupiter, dans la Vierge, entre β et η.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux.
Uranus, le soir, au sud de η Vierge.

Le 1er, Lever ☉ à $4^h 3^m$. Coucher à $7^h 52^m$.
Le 15, » $3^h 58^m$. » $8^h 3^m$.

JUILLET

● 1. J

2. V ☉ à l'apogée ou ♁ à l'aphélie, à 4^h soir, distance = 149 500 000^{km}; diamètre = 31'31",9. — ♄ en conj. avec ☾, 3°51' au Nord, à 2^h matin.

3 * S ☿ en conj. avec ☾, 4°35' au Nord, à 1^h s. — Min. de δ Balance, $11^h 15^m$ s.

4. D ♄ en conj. avec ☉, à 2^h matin.

5. L Min. de U Sagittaire.

6. M Min. de U Ophiuchus, $12^h 49^m$ soir.

7. M Occultation de ♃ par ☾, vers 7^h matin. — ♂ en conj. avec ☾, à 2°1' Sud.

☽ 8. J Min. de U Céphée, $12^h 22^m$ soir.

9. V ♂ en conj. avec ♅, à 0°34' au Sud.

10. S Min. d'Algol, $9^h 3^m$, et de δ Balance, $10^h 49^m$.

11. D Max. de U Sagittaire.

12. L Min. de U Ophiuchus, $9^h 42^m$ soir.

13. M Min. de U Céphée, $12^h 1^m$ soir.

14. M Max. de δ Céphée, 13^h soir.

15. J

⊕ 16. V Max. de X Sagittaire, 13^h soir.

17. S Min. de δ Balance, $10^h 23^m$ soir, de U Ophiuchus, $10^h 28^m$ soir.

18. D Min. de δ et U Céphée, $11^h 41^m$ soir. — Max. de U Sagittaire, $11^h 50^m$ soir.

19 * L ☿ à sa plus grande élongation orientale : 26°52', à 10^h mat.

20. M Min. de X Sagittaire.

21. M Min. de U Couronne, $10^h 31^m$ soir.

22. J Min. de U Ophiuchus, $11^h 14^m$ soir et de U Sagittaire, 8^h soir.

23. V Min. de U Céphée, $11^h 20^m$ soir.

☾ 24. S Occultation de μ Baleine (4e gr.) par ☾, $11^h 37^m$ soir.

25. D ☿ aphélie, 5^h matin. — Max. de U Sagittaire et de δ Céphée, $8^h 30^m$ soir.

26. L Occult. de σ^2 Taureau (5e gr.), 15^h s.

27. M Occult. d'Aldébaran. Étoiles filantes, centres d'émanation variés.

28. M ♀ en conj. avec μ Gémeaux (3e gr.), à 6' au sud de l'étoile, à 10^h soir, et avec ☾, à 3°46' au Nord, à 11^h soir.

29. J ♄ en conj. avec ☾, à 3°45' au Nord, à 6^h soir.

30. V Min. d'Algol, $10^h 45^m$ soir, et de λ Taureau (3,4 à 4,2), $11^h 29^m$ soir.

● 31 * S Min. de δ Balance, $9^h 31^m$ soir.

Ciel étoilé.

Zénith. Dragon. Hercule. Bouvier.

Nord... Petite Ourse. Cassiopée. Capella à l'horizon.

Est.... Dauphin. Flèche. Aigle. Cygne. Véga. Capricorne. — Sagittaire au S.-E.

Sud.... Couronne. Serpent. Ophiuchus. Balance. Scorpion.

Ouest.. Grande Ourse. Cœur. Chevelure. Lion. Vierge.

Planètes visibles.

Mercure, le soir, dans le Cancer et le Lion.

Vénus, le matin, dans le Taureau et les Gémeaux. — Partie éclairée = 0,80, le 15.

Mars, le soir, dans la Vierge. — Partie éclairée = 0,89, le 15.

Jupiter, dans la Vierge, près η, visible le soir.

Uranus, le soir, très rapproché de η Vierge.

Le 1er, Lever ☉, $4^h 2^m$. Coucher, $8^h 5^m$.
Le 15, » 4 14 » 7 57

AOUT

1. D Grande marée.

2. L Grande marée. — Min. d'Algol, à $7^h 34^m$ soir, de U Ophiuchus, $8^h 54^m$ soir.

3. M ♃ en conj. avec ☾, à 1°8' au Sud, à 9^h soir; occultation de ♃ visible dans le nord de l'Europe. — Min. λ Taureau, $10^h 21^m$ soir.

4. M ♂ en conj. avec ☾, à 3°57' au Sud, à 11^h soir.

5. J Min. de η Aigle, $9^h 40^m$ soir.

☽ 6. V Max. de X Sagittaire, 13^h soir.

7. S Min. de λ Taureau, $9^h 13^m$ soir.

8. D ♀ en conj. avec ♄; distance des planètes 0°1', à 2^h soir.

9. L

10. M Étoiles filantes ou *Larmes de Saint-Laurent*. — Max. de δ Céphée, 11^h soir.

11. M Étoiles filantes dans la Baleine. — Min. de λ Taureau, $8^h 5^m$ soir.

12. J Étoiles filantes du Cygne. — Min. de U Ophiuchus, $10^h 26^m$ soir.

13. V

⊕ 14. S Min. de δ Balance, $8^h 39^m$ soir. — Max. de U Sagittaire, 11^h soir.

15 * D

16. L ♃ en conj. avec ♅, à 0°31' au nord, à 7^h soir.

17. M Min. de U Ophiuchus, $11^h 13^m$ soir.

18. M Min. de U Sagittaire, 8^h soir.

19. J Occultation de ν Poissons (5e gr.), $10^h 47^m$ soir.

20. V ♅ en quadrature avec ☉, 12^h soir.

21. S Min. de δ Balance, $8^h 13^m$ soir.

☾ 22. D Min. $9^h 17^m$ soir, et d'Algol, $9^h 16^m$ soir.

23. L Occultation d'Aldébaran, 10^h matin, de γ Taureau (4e gr.), à $3^h 25^m$ matin.

24. M

25. M

26. J ♄ en conj. avec ☾, à 3°39' au Nord, à 10^h matin.

27. V ♀ en conj. avec ☾, à 3° au Nord, 8^h soir.

28. S ☿ en conj. avec ☾, à 0°14' Nord, 9^h matin. — Min. de δ Balance, $7^h 47^m$ soir.

● 29 * D Éclipse totale de Soleil, invisible en Europe, de $10^h 28^m$ matin à $3^h 42^m$ soir.

30. L Importante marée (1,13).

31. M Importante marée (1,13). — ♃ en conj. avec ☾, à 1°51' au Sud, 3^h soir.

Ciel étoilé.

Zénith. Tête du Dragon. Véga. Hercule.

Nord... Petite Ourse. Capella à l'horizon. — Andromède et Cassiopée au N.-E.

Est.... Cygne. Aigle. Dauphin. Pégase. Verseau. Poissons.

Sud.... Sagittaire. Scorpion. Ophiuchus.

Ouest.. Couronne. Bouvier. Cœur. Chevelure. — Grande Ourse au N.-O.

Planètes visibles.

Mercure, visible le matin, à la fin du mois, dans le Lion.

Vénus, le matin, dans les Gémeaux et le Cancer. — Partie éclairée = 0,88, le 15.

Mars, le soir, dans la Vierge. — Partie éclairée = 0,90, le 15.

Jupiter, le soir, dans la Vierge, près γ.

Saturne, le matin, à une très faible distance de δ Gémeaux.

Uranus, le soir, dans le voisinage de η Vierge.

Le 1er, Lever ☉, $4^h 34^m$. Coucher, $7^h 37^m$.
Le 15, » 4 54 » 7 14

SEPTEMBRE

1\. M Grande marée.
2\. J ☿ à sa plus grande élongation occidentale : 18°5', à 11h matin. — ♂ en conj. avec ☾, 5°26' au Sud.
3\. V Min. de X Sagittaire.
4\. S Min. de δ Balance, 7h21m soir, de U Couronne, 7h38m soir.
☽ 5. D Max. de η Aigle, 11h50m soir.
6\. L Min. de δ Céphée, 8h soir.
7\. M Min. de U Ophiuchus, 10h25m soir, de U Sagittaire, 11h40m soir.
8\. M Min. de U Ophiuchus, 6h32m soir.
9\. J
10\. V Min. de η Aigle, 7h35m soir. Max. de X et U Sagittaire, 11h50m soir.
11 « S Min. d'Algol, 10h58m soir.
12\. D Min. de U Ophiuchus, 11h11m soir.
🌕 13. L Min. de U Ophiuchus, 7h18m soir.
14\. M Min. d'Algol, 7h47m soir. — Min. de U Sagittaire, 8h soir.
15\. M Min. de δ Céphée, 10h soir.
16\. J
17\. V Min. de U Ophiuchus, 11h57m soir. — Min. de η Aigle, 11h50m soir.
18\. S Min. de δ Balance, 6h29m soir, de U Ophiuchus, 8h4m soir.
19\. D Occultation d'Aldébaran par ☾, 6h soir.
20\. L Max. de η Aigle.
☾ 21. M
22\. M ♄ en conj. avec ☾, 3°29' au Nord, 10h soir.
23\. J Soleil à l'équinoxe, à 3h14m matin : commencement de l'automne astronomique.
24\. V Min. de η Aigle.
25\. S Min. de δ Balance, 6h3m soir.
26 π D ♀ en conj. avec ☾, 34' au Nord, 5h soir. — Min. de U Céphée, 6h53m soir.
● 27. L ☿ en conj. avec ☾, 1°6' au Sud, 8h soir.
28\. M Grande marée. — ♃ en conj. avec ☾, 2°9' au Sud, 11h matin.
29\. M Très haute marée (1,14). — ☿ en conj. avec ♅, 34' au Nord, 6h soir.
30\. J

Ciel étoilé.

Zénith. Cygne. Lyre. Céphée.
Nord... Petite Ourse. Capella au N.-E., Persée, Cassiopée.
Est..... Gémeaux. Taureau. Bélier. Andromède. Pégase.
Sud.... Aigle. Sagittaire. Capricorne. Verseau. Fomalhaut à l'horizon de Paris.
Ouest.. Hercule. Couronne. Bouvier. Vierge.

Planètes visibles.

Mercure, le matin, dans le Lion.
Vénus, le matin, dans le Lion. — Partie éclairée = 0,94, le 15.
Mars, le soir, dans la Balance. — Partie éclairée = 0,92, le 15.
Jupiter, le soir, au commencement du mois, dans la Vierge.
Saturne, le matin, à l'est de δ Gemeaux.

Le 1er, Lever ☉, 5h18m. Coucher, 6h41m.
Le 15, » 5 37 » 6 12

OCTOBRE

1\. V ♂ en conj. avec ☾, 6°11 au Sud.
2\. S Min. de δ Balance, 5h37m soir, de δ Céphée, 11h40m soir.
3\. D Min. de U Ophiuchus, 10h23m soir.
☽ 4. L ☿ en conj. avec ♃, 22' au Sud, 2h matin. — Min. d'Algol, 9h29m soir.
5\. M Min. de U Couronne, 9h19m soir.
6\. M
7\. J Min. d'Algol, 6h18m soir. — Max. de U Sagittaire, 11h50m soir.
8\. V Min. de U Ophiuchus, 11h9m soir. — Max. de δ Céphée, 11h soir.
9 « S ♃ en conj. avec ☉. — Min. de δ Balance, 5h11m soir.
10\. D
11\. L Max. de η Aigle, 10h soir.
12\. M Min. de U Couronne, 7h1m soir, de δ Céphée, 7h30m soir.
🌕 13. M Min. de U Ophiuchus, 11h55m soir.
14\. J ♀ en conj. avec ♅, à 52' au Nord; midi. — Occultation de μ Baleine par ☾, (4e gr.), 6h16m soir.
15\. V ♄ en quadrature avec ☉.
16\. S Occultation d'Aldébaran, 11h30m; appulse a Paris. — Occultation de θ' et θ², 7h soir.
17\. D
18\. L Min. de U Ophiuchus, 12h41m soir.
19\. M Averses d'étoiles filantes, voisinage d'Orion.
☾ 20. M ♄ en conj. avec ☾, 3°16' au Nord.
21\. J Étoiles filantes. — Min. de λ Taureau, 11h47m soir.
22\. V ♀ en conj. avec ♃, 18' au Nord, à 9h soir.
23\. S Étoiles filantes partant du Taureau, d'Orion et des Gémeaux.
24 π D Étoiles filantes. — Min. d'Algol, 11h12m s.
25\. L Min. de λ Taureau, 10h39m soir.
26\. M ♃ en conj. avec ☾, 2°35' au sud, 7h matin. — ♀ en conj. avec ☾, 2°36'.
● 27. M Min. d'Algol, 8h1m soir.
28\. J Grande marée. — ☿ en conj. avec ☾, 7°3' au Sud, 1h soir.
29\. V Min. de λ Taureau, 9h31 soir. — Min. de U Ophiuchus, 6h28m soir.
30\. S ♂ en conj. avec ☾, 6°5' au Sud, 10h matin. — Min. d'Algol, 4h49m soir, de η Aigle, 11h soir.
31\. D Min. de U Sagittaire, 11h50m soir.

Ciel étoilé.

Zénith. Cygne. Céphée. Cassiopée.
Nord... Petite Ourse. Dragon. Grande Ourse. — Cocher au N.-E.
Est..... Cancer. Gémeaux. Bélier. Pléiades. Andromède. Persée.
Sud.... Pégase. Verseau. Capricorne. Fomalhaut.
Ouest.. Lyre. Hercule. Couronne. Ophiuchus. Sagittaire.

Planètes visibles.

Vénus, le matin, dans la Vierge. — Partie éclairée = 0,98, le 15.
Mars, le soir, dans le Scorpion et Ophiuchus. — Partie éclairée = 0,94, le 15.
Saturne, le matin et le soir, à l'orient de δ Gémeaux.

Le 1er, Lever ☉, 6h 1m. Coucher, 5h38m.
Le 15, » 6 22 » 5 9

NOVEMBRE

1. L Max. de η Aigle.
2. M Min. de λ Taureau, 8^h24^m soir, de δ Céphée.
☽ 3. M
4. J Max. de δ Céphée, 8^h soir.
5 * V
6. S Min. de λ Taureau, 7^h16^m soir.
7. D
8. L Min. de δ Céphée.
9. M Occultation de ν Poissons (5e gr.), à 6^h11^m soir.
10. M Min. de λ Taureau, 6^h8^m soir.
○ 11. J
12. V Occultation de γ Taureau (4e gr.), à 9^h26^m soir. — Etoiles filantes, dans le Lion.
13. S Occultation d'*Aldébaran*, 6^h38^m matin. — ☿ à sa plus grande élongation orientale : 22°29', à 5^h soir.
14. D Essaim d'étoiles filantes dans le Lion, Persée, la Lyre, la Tête du Dragon.
15. L
16. M ♄ en conj. avec ☾, 3°3' au Nord, 1^h soir. — Min. d'Algol, 9^h43^m soir.
17. M
☾ 18. J ♅ en opposit. avec ☉.
19. V Occultation de *Régulus*, 2^h matin. — Min. d'Algol, 6^h32^m soir.
20. S Max. de δ Céphée, 10^h soir.
21 * D
22. L
23. M ♃ en conj. avec ☾, 3° au Sud, à 1^h mat.
24. M Min. de δ Céphée, 5^h soir.
● 25. J ♀ en conj. avec ☾, 4°41' au Sud, à 2^h soir.
26. V ☿ en conj. avec ☾, à 5°41' au Sud, 9^h soir.
27. S Étoiles filantes provenant de la comète Biéla, dans Andromède.
28. D ♂ en conj. avec ☾, à 5°8' au Sud, 2^h soir.
29. L Min. de δ Céphée.
30. M

Ciel étoilé.

Zénith. Cassiopée. Andromède. Persée.
Nord.. Petite Ourse. Céphée. Dragon. Grande Ourse.
Est.... Lion. Cancer. Gémeaux. Cocher. Taureau. Pléiades. — Orion se lève.
Sud.... Pégase. Bélier. Verseau. Poissons. Baleine. Fomalhaut.
Ouest.. Cygne. Aigle. Lyre. — Capricorne au S.-O.

Planètes visibles.

Mercure, le soir, dans le voisinage des brillantes étoiles du Scorpion et d'Ophiuchus,
Vénus, le matin, dans la Vierge et la Balance, durant la 1re moitié du mois. — Partie éclairée = 0,998, le 15.
Mars, le soir, dans Ophiuchus et le Sagittaire. — Partie éclairée = 0,954, le 15.
Jupiter, le matin, dans la Vierge, non loin de l'*Épi*.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux.
Uranus, le matin, au sud de γ Vierge.

Le 1er, Lever ☉ à 6^h48^m. Coucher à 4^h38^m.
Le 15, » 7 11 » 5 18

DÉCEMBRE

1. M Max. de δ Céphée, 5^h soir.
2. J ♀ en conj. sup. avec ☉.
☽ 3 * V ☿ en conj. inf. avec ☉. — ☿ en conj. avec ♀, 1°14' au Nord, 1^h soir.
4. S ☿ au périhélie, 4^h matin.
5. D
6. L Min. d'Algol, 11^h25^m soir, de δ Balance, 9^h34^m soir.
7. M Étoiles filantes, points radiants dans les Gémeaux, le Lion, la Grande Ourse.
8. M
9. J Min. d'Algol, 8^h14^m soir. — Étoiles filantes.
10. V Occultation d'*Aldébaran* par ☾, 2^h soir. — Min. de δ Céphée, 8^h soir.
○ 11. S Étoiles filantes partant des Gémeaux.
12. D Min. d'Algol, 5^h3^m soir.
13. L ♄ en conj. avec ☾, 2°59' au Nord, à 5^h soir. — Min. de δ Balance, 9^h8^m soir.
14. M Étoiles filantes.
15 * M
16. J Occultation de *Régulus* par ☾, 7^h30^m matin.
17. V Max. de δ Céphée, 8^h soir.
☾ 18. S Occultation de $γ^1$ Vierge (3e gr.) par ☾, à 13^h54^m soir.
19. D
20. L ♃ en conj. avec ☾, 3°24' au Sud, à 3^h soir. — Min. de δ Balance, 8^h42^m soir.
21. M Soleil au solstice, à 9^h29^m soir : commencement de l'hiver astronomique.
22. M ☿ à sa plus grande elongation occidentale, 21°52'.
23. J ☿ en conj. avec ☾, 3° 5' au Sud, à 2^h soir.
24. V
● 25. S ♀ en conj. avec ☾, 4°39' au Sud, à 10^h soir.
26. D Min. de δ Céphée, 10^h soir.
27. L ♂ en conj. avec ☾, 3°27' au Sud, 7^h soir.
28. M Max. de δ Céphée.
29. M Min. d'Algol, 9^h56^m soir.
30. J
31 * V

Ciel étoilé.

Zénith. Persée. Andromède. Cassiopée. Bélier.
Nord... Petite Ourse. Cephée. Dragon. Grande Ourse.
Est.... Capella. Lion. Cancer. Gémeaux. Procyon. Taureau. Orion.
Sud.... Poissons. Baleine. Éridan. — Verseau au S.-O.
Ouest.. Capricorne. Pégase. Cygne. — Véga au N.-O.

Planètes visibles.

Mercure, le matin, dans le Scorpion et Ophiuchus.
Mars, le soir, dans le Sagittaire. — Partie éclairée = 0,97, le 15.
Jupiter, le matin, dans la Vierge.
Saturne, le soir, dans les Gémeaux.
Uranus, le matin, non loin de γ Vierge.

Le 1er, Lever ☉ à 7^h34^m. Coucher 4^h 4^m.
Le 15, 7 34 » 4 2

PLANÈTES.

Nous donnons le tableau des planètes visibles pendant l'année 1886, suivant l'ordre de leurs distances au Soleil. Sauf Uranus et Neptune, tous ces astres sont facilement observables à l'œil nu. Il suffira de se reporter aux cartes célestes que nous publions, cartes qui sont destinées aux lecteurs de *L'Astronomie*, quelque contrée du globe terrestre qu'ils habitent.

Mercure.

Cette planète à la marche rapide pourra être étudiée durant sept périodes de l'année et dans des conditions plus ou moins favorables suivant l'hémisphère occupé par les astronomes et suivant la latitude du lieu d'observation. Les mois d'avril, de mai et de novembre seront les meilleurs pour les habitants de l'hémisphère austral.

			Distance à la Terre	
8 janvier, plus grande élongation du matin,			148	millions de kilomètres.
21 mars,	»	soir,	135	»
6 mai,	»	matin,	120	»
18 juillet,	»	soir,	128	»
1er septembre,	»	matin,	132	»
13 novembre,	»	soir,	150	»
22 décembre,	»	matin,	150	»

C'est à ces époques que l'on apercevra, pendant dix à quinze jours en moyenne, de part et d'autre, des dates inscrites, *Mercure* brillant de l'éclat d'une étoile de première grandeur, en partie effacé par la lumière des crépuscules du matin ou du soir. On trouvera le détail des conjonctions de la planète avec la Lune, avec les planètes ou les étoiles remarquables, ainsi que les levers et couchers, dans nos instructions mensuelles.

Vénus.

Cette admirable planète est *Étoile du soir* jusqu'au 18 février 1886, instant de sa conjonction inférieure avec le Soleil : ce jour-là, *Vénus* n'est éloignée de la Terre que de 40 millions de kilomètres. Elle est alors vraiment notre voisine et se trouve à sa distance minimum de notre globe.

Le 1er janvier, *Vénus* se couche à $8^h 10^m$ du soir, soit quatre heures après le Soleil. Elle est tellement brillante qu'il est facile de la distinguer à la simple vue, dans le ciel, en plein jour. C'est le 13 janvier qu'elle atteint son éclat maximum, lorsque son diamètre égale 40″ et que le quart seulement de son disque est illuminé. Sa distance à nous est de 61 millions de kilomètres.

Le 1er février *Vesper* descend au-dessous de l'horizon deux heures trente-cinq minutes après le Soleil; le 13, une heure onze minutes après; le 18, elle disparaît dans ses rayons. Mais le 21, *Vénus* reparaît, *le matin*, dans le ciel de

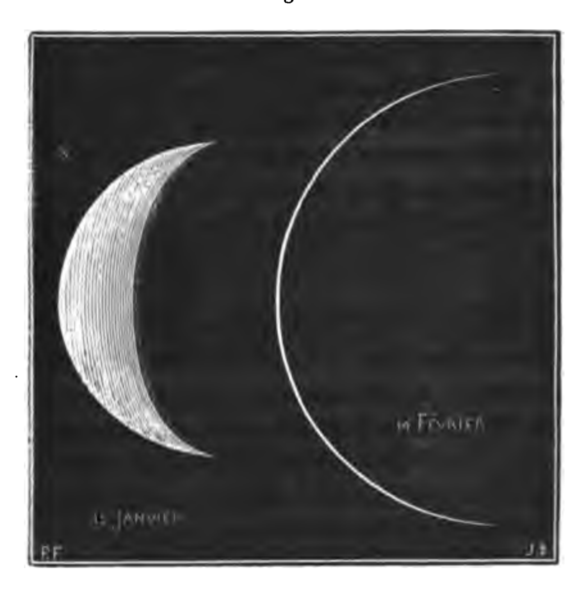
l'Orient, une heure avant le Soleil, avec un croissant mince et allongé. Son éclat augmente rapidement jusqu'au 24 mars, jour où le diamètre de la

Fig. 1.

Marche et Positions de Vénus pendant l'année 1886.

planète est de 40″. Tous les astronomes pourront alors la découvrir à l'œil

Fig. 2.



Phases de Vénus en 1886.

nu, peu élevée au-dessus de l'horizon, et précédant le Soleil.

Le 29 avril, *Vénus* arrive à sa plus grande élongation occidentale; au lieu se lever de trois à quatre heures avant le Soleil, elle ne le précède que d'une

heure et demie, à cause de sa déclinaison qui demeure australe jusqu'au 9 mai.

La portion illuminée du disque, comme la représentent les dessins des phases, va sans cesse croissant, à mesure que la planète s'éloigne de la Terre et demeure visible le matin. Le 1er novembre, Vénus se lève à $6^h 1^m$, précé-

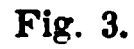
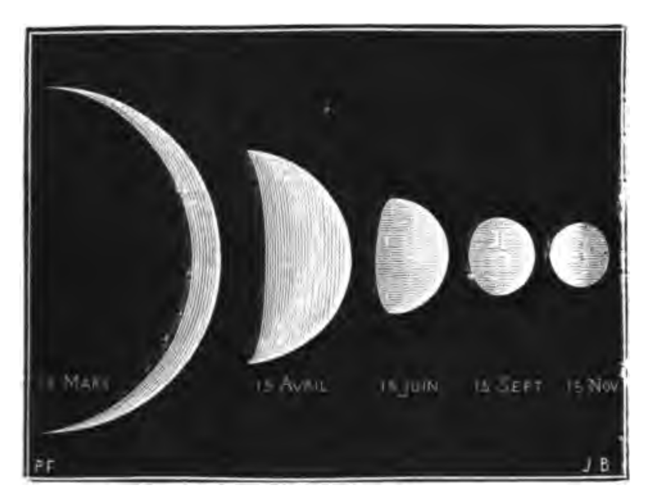


Fig. 3.



Phases de Vénus en 1886.

dant le Soleil de quarante-sept minutes. Enfin, le 3 décembre, elle passe au-delà du Soleil, pour redevenir *Étoile du soir.*

Plusieurs conjonctions de *Vénus* sont fort intéressantes :

Vénus à	1°52′	au nord de la Lune.........	le 31 mars,	8h soir.
»	0°19′	» »	30 avril,	5h matin.
»	1°18′	» »	30 mai,	1h »
»	0°28′	sud de Neptune.........	27 juin,	7h »
»	0° 6′	nord de μ Gémeaux......	28 juillet,	10h soir.
»	0° 1′	sud de Saturne.........	8 août,	2h »
»	0°34′	nord de la Lune..........	26 sept.,	5h »
»	0°52′	» d'Uranus............	14 octobre,	midi.
»	0°18′	» de Jupiter..........	22 »	9h soir.

Mars.

La planète *Mars* se présentera durant les cinq premiers mois de l'année dans les conditions les meilleures pour l'observation, puisqu'elle passera constamment au méridien aux environs de minuit. Les astronomes sont à leur poste afin de vérifier les étonnantes découvertes faites, en ces dernières années, comme nos lecteurs le savent, par M. Schiaparelli, et en particulier

celle des canaux reliant les mers de *Mars* les unes aux autres. La géographie et la météorologie de la planète sont fort avancées et même nous connaissons

Fig. 4.

XIII XII XI
VIERGE LION MARS SEXTANT
CORBEAU COUPE HYDRE
Période de visibilité de Janvier à Août.

Marche et Positions de la planète Mars pendant l'année 1886.

mieux les régions voisines de ses pôles que celles qui entourent les pôles terrestres. N'a-t-on pas publié l'année dernière un charmant globe de Mars,

Fig. 5.



Phases de Mars en 1886.

que tout le monde peut facilement posséder et étudier, image d'un monde bien voisin de nous et pourtant bien différent !

Du 1er janvier au 19 juin 1886, Mars séjournera dans le Lion où il changera plusieurs fois le sens de son mouvement. La marche sera directe jus-

qu'au 26 janvier, rétrograde jusqu'au 18 avril, puis directe pendant le restant de l'année.

C'est le 6 mars que la planète sera en opposition avec le Soleil, c'est-à-dire que le Soleil, la Terre et Mars auront leurs centres à peu près en ligne, notre globe étant situé entre le Soleil et Mars. Ce jour-là, le diamètre de la planète sera de 16",6 et sa distance à la Terre de 99 millions de kilomètres.

Mars sera en quadrature avec le Soleil, le 10 juin. Du 6 mars à cette dernière date, la partie éclairée du disque de la planète ira sans cesse en diminuant, comme le montre le dessin des phases de Mars; après le 10 juin, la portion illuminée croîtra sans cesse, tant que la planète s'éloignera de nous.

Mars continuera à briller le soir dans les constellations du Lion, de la Vierge, de la Balance, du Scorpion et du Sagittaire. Le 1er août, son diamètre est de 7" et de 5",2 au 1er décembre.

Mars arrivera plusieurs fois en conjonction avec la Lune dans le cours de l'année 1886; il sera occulté le 9 juin au matin par notre satellite, passera à 59' au sud de Jupiter, le 28 juin à 10h du matin, et à 34' au sud d'Uranus, le 9 juin, à 2h du soir.

La marche de Mars à travers les constellations est donnée dans notre *fig.* 4.

Cérès. — Pallas. — Junon. — Vesta.

Cérès sera visible le soir, du 15 juin au 1er janvier 1887. A cause de sa latitude australe qui varie entre 21° et 31°, cette petite planète sera surtout facile à étudier pour les régions de notre globe qui avoisinent l'équateur. Pour tous, la meilleure période est comprise entre le 1er juillet et le 15 novembre. Son mouvement sera direct à travers le Scorpion et le Sagittaire du 1er janvier au 15 mai, rétrograde du 15 mai au 4 septembre, et enfin direct, à travers la Couronne australe et le Microscope.

Le 14 juillet, Cérès se trouvera en opposition avec le Soleil, passera au méridien à minuit et ne sera éloignée de la Terre que de 283 millions de kilomètres. Elle sera observable à l'œil nu, sous l'aspect d'une étoile de 6e grandeur.

Pallas sera observable le soir, du 1er avril au 31 décembre. La meilleure époque sera celle comprise entre le 1er mai et le 1er novembre. Elle se maintiendra au nord de l'équateur, presque sur le même méridien que Cérès. Jusqu'au 26 avril, sa marche sera directe à travers les constellations d'Ophiuchus et de l'Aigle, puis rétrograde jusqu'au 20 août, et enfin directe dans le voisinage d'Altaïr.

Pallas arrivera en opposition avec le Soleil le 26 juin, passera alors au méridien, à minuit, et sera distante de nous d'environ 371 millions de kilomètres. Une jumelle marine sera utile pour apercevoir ce petit astre.

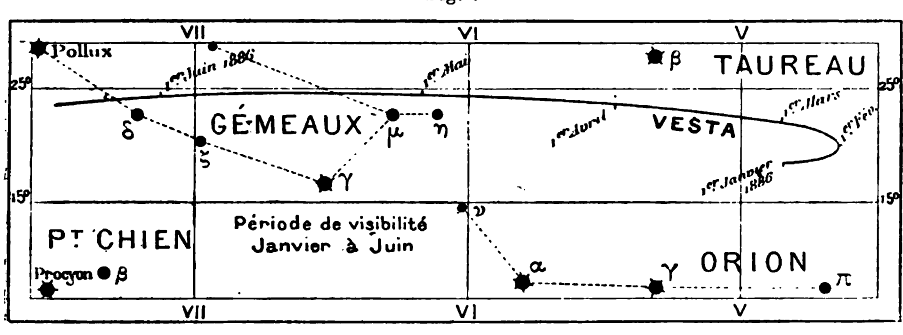
La troisième petite planète circule entre les deux premières au sud de l'équateur céleste et à peu près à égale distance de chacune, à travers les constellations d'Ophiuchus et d'Antinoüs. Junon se trouvera en opposition

Fig. 6.

Marche et Positions de Pallas, Junon et Cérès pendant l'année 1886.

un peu avant ses deux compagnes, le 19 juin; elle sera alors éloignée de 322 millions de kilomètres de notre planète. Elle sera visible le soir du

Fig. 7.



Marche et Positions de Vesta pendant l'année 1886.

1er mai au 31 décembre. La meilleure période sera comprise entre le 25 mai et le 15 octobre.

C'est un fait assez curieux que la présence de ces trois petits astres si rapprochés dans la même région du ciel.

Vesta se présentera dans les meilleures conditions pour l'observation, du 1er janvier au 1er juin 1886, parmi les constellations du Taureau et des

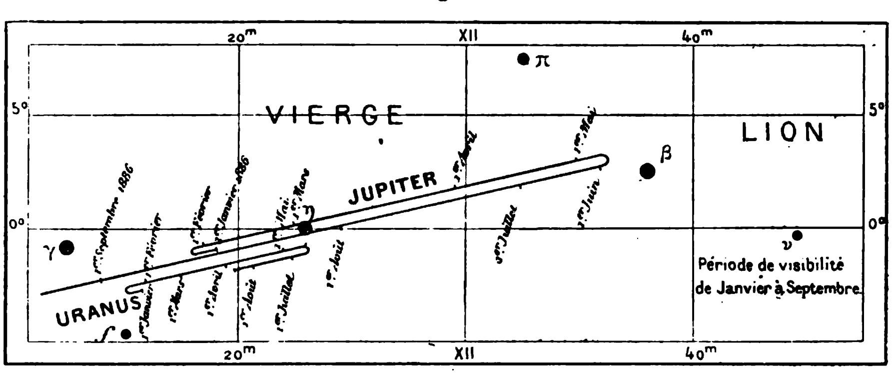
Gémeaux. Le 10 août elle passe derrière le Soleil et ne redevient visible le matin, dans le Lion et la Vierge, que le 1er octobre. Le mouvement de cette petite planète sera rétrograde jusqu'au 16 janvier, puis direct pendant le reste de l'année.

Jupiter.

Jupiter, ce géant de notre système solaire, séjournera, en 1886, dans la constellation de la Vierge et ne cessera d'être observable le soir de janvier à septembre. L'époque la meilleure s'étendra du 1er mars au 31 juillet.

Le 20 janvier, sa marche devient rétrograde. Le 5 mars, la planète passe

Fig. 8.



Marche et Positions de Jupiter et d'Uranus pendant l'année 1886.

à 11′ au nord de η Vierge; le 21 mars, elle est en opposition avec le Soleil, se trouve à 659 millions de kilomètres de notre globe et son diamètre atteint 41″,6. Le 23 mai, le mouvement de Jupiter redevient direct, la planète étant à 1° de β Vierge. Le 4 août, nouvelle conjonction avec η, les deux astres étant écartés de 12′ seulement. Le 5 septembre, Jupiter est à 2° au sud de la belle étoile γ; le 9 octobre, il passe derrière le Soleil pour se montrer bientôt dans le ciel d'Orient.

Jupiter présentera plusieurs conjonctions importantes avec la Lune et sera même occulté un grand nombre de fois. Le 24 janvier, à Greenwich, Jupiter sera situé à 17′ au nord de notre satellite; il y aura occultation pour le nord de l'Europe. Le même phénomène se reproduira les 21 février, 20 mars, 16 avril, 13 mai, 9 juin, 7 juillet et 3 août.

Indépendamment des études à faire sur les configurations des satellites de Jupiter, sur la visibilité du troisième à la simple vue, les observateurs devront s'étudier à reconnaître les bandes équatoriales, les taches et les nuages que l'on aperçoit sur le disque de cette planète. Ce globe immense est actuellement le siège de transformations importantes à sa surface et dans son atmosphère.

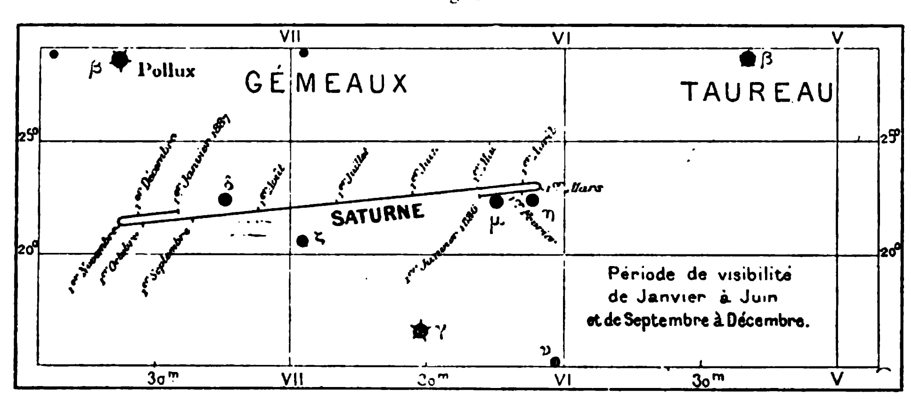
Saturne.

Saturne, merveille de notre système, ne quittera pas la constellation des Gémeaux et sera visible le soir, du 1er janvier au 15 juin 1886, et du 1er octobre au 31 décembre.

Le mouvement de cette belle planète sera rétrograde jusqu'au 3 mars, direct du 3 mars au 3 novembre, puis rétrograde à partir de cette dernière date.

Le 10 janvier, Saturne confondra ses rayons avec μ Gémeaux; le 10 février,

Fig. 9.



Marche et Positions de Saturne pendant l'année 1886.

il sera en conjonction avec θ, à 9′ au nord de l'étoile; le 3 mars en station, le 22 en quadrature avec le Soleil, et le 3 juillet en conjonction avec cet astre; le 15 octobre, nouvelle quadrature. Le 24 mars, la planète passera à 16′ au nord de η Gémeaux et le 12 août à 11′ au sud de δ.

Les anneaux de Saturne sont toujours admirables à observer et ils continuent à se présenter dans de bonnes conditions : le grand axe de l'anneau extérieur oscillera entre 46″,58 et 37″,33, le petit axe entre 20″,51 et 15″,49; le grand axe de l'anneau intérieur variera entre 30″,98 et 24″,83, le petit axe entre 13″,64 et 10″,30.

Uranus.

Uranus se présentera dans de très bonnes conditions pour l'observation pendant 1886, dans la constellation de la Vierge. Il ne cessera d'être visible, pareil à une étoile de 6e grandeur, le soir, du 1er janvier au 20 août.

La marche d'Uranus est directe jusqu'au 12 janvier, rétrograde du 12 janvier au 11 juin, et enfin directe à partir du 11 juin. Le 26 mars, la planète sera en opposition avec le Soleil et passera au méridien à minuit; son diamètre sera de 4″,4 et sa distance de 2564 millions de kilomètres.

Uranus sera occulté par la Lune les 24 janvier, 21 février, 20 mars,

16 avril, 14 mai et 9 juin. Les occultations du 21 février et du 16 avril seront observables à Paris.

Jupiter et Uranus séjourneront quelque temps dans le même point du ciel; le 16 août, les deux planètes ne seront éloignées l'une de l'autre que de 31′.

Neptune.

Cette planète télescopique se trouve dans le Taureau, au sud des Pléiades. Elle sera en opposition, le 18 novembre, à la distance de 4267 millions de kilomètres. A cette date, nous publierons la carte des étoiles qui avoisinent Neptune, afin que ceux qui auraient la curiosité de la voir une fois, puissent la découvrir plus aisément.

COMÈTES. — ÉTOILES FILANTES.

Voici les principales dates de l'année remarquables par les chutes d'étoiles filantes et les centres d'émanations qui leur correspondent :

Près π Hercule, essaim bien caractérisé.......	2 au 3 janvier.
» Véga, débris de la comète I, 1861............	12 au 13 avril.
» Hercule, le Serpent, etc., débris de la comète I, 1861..	19 au 23 avril.
» Fomalhaut, riche courant de météores.......	26 au 29 juillet.
» Persée, Cassiopée, etc., riche courant de météores, Comète III, 1862....................	9 au 14 août.
» Taureau, Orion, etc., averses importantes...	19 au 25 octobre.
» Lion, Persée, etc., essaim des Léonides, Comète I, 1866.............................	13 au 14 novembre.
» Andromède, Cassiopée, etc., essaim très important, Comète de Biéla..................	26 au 29 novembre.
» Gémeaux, Lion, etc., en certaines années ce courant a été très riche.....................	6 au 13 décembre.

Deux Comètes périodiques passeront au périhélie en 1886 : la comète Tempel-Swift, le 21 avril, et la comète Winnecke le 30 août.

⁂

Tels sont les événements astronomiques prévus pour l'année qui commence; ils sont nombreux et variés. En les étudiant, en les suivant avec soin et attention, nous nous rendons compte de ce qui se passe dans cet Univers, dans ce ciel dont nous faisons partie, et nous vivons ainsi d'une manière plus intelligente et plus spirituelle.

Ce travail n'est qu'une *esquisse* générale et ne remplace pas les instructions mensuelles. Nous recevrons avec plaisir et reconnaissance les observations de nos lecteurs ainsi que les indications destinés à améliorer de plus en plus cet annuaire.

EUGÈNE VIMONT.

LES ÉTOILES FILANTES DU 27 NOVEMBRE

ET LA COMÈTE DÉSAGRÉGÉE.

La nuit du 27 novembre dernier a été une nuit de triomphe pour les astronomes et sa date restera dans le cœur de tous les amis du ciel, de tous les étudiants de la nature, comme un nouveau témoignage en faveur de la sûreté des théories modernes de la Science. Au milieu des multiples divagations sociales qui nous environnent, il est doux pour l'esprit pensant de sentir qu'il vit dans une sphère intellectuelle plus calme et plus sûre, et de savoir que ses idées et ses opinions reposent sur la connaissance de la vérité.

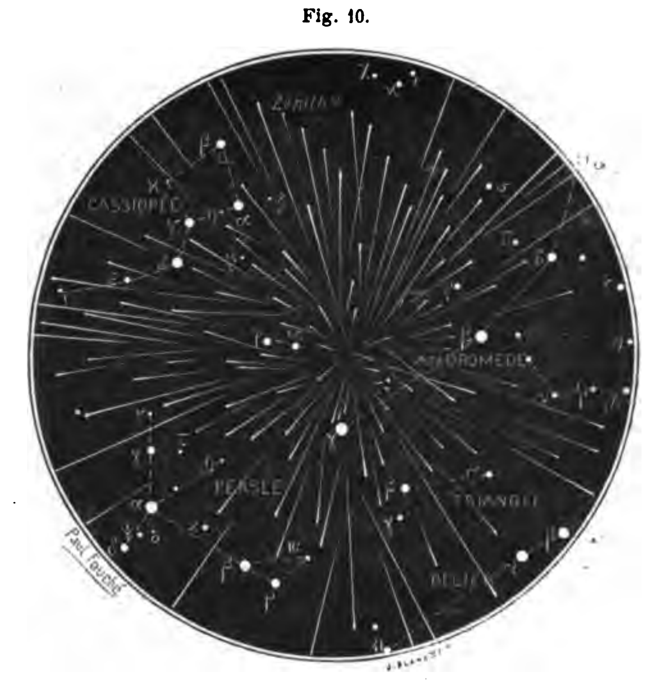
Dans la nuit limpide et transparente, une lointaine étoile semble se détacher des cieux, glisse en silence sous la voûte nocturne, file, file et disparaît. Comme un point d'interrogation qui ne brille un instant que pour s'évanouir dans l'espace, le météore sollicite la pensée, et bien des rêves se sont accrochés à son vol céleste pour aller aussi se dissiper dans l'inconnu. L'autre soir encore, tandis que des milliers et des milliers d'étoiles neigeaient d'Andromède, plus d'un habitant de nos campagnes s'est demandé si toutes les étoiles n'allaient pas tomber de la sorte et si la fin du monde n'était pas prochaine : les relations que nous avons reçues du midi de la France, d'Italie, de Grèce, de Jérusalem, en font foi. En Espagne, l'idée dominante était celle de quelque connexion mystérieuse avec la mort du roi, arrivée l'avant-veille. D'autres témoins du phénomène, non moins frappés de sa grandeur, se sont simplement demandé quelle pouvait en être la cause. Or n'est-il pas plus satisfaisant de connaître d'avance ces faits de l'histoire de l'univers? Un lecteur passionné de l'étude du ciel m'écrivait que les visiteurs de son observatoire qui étaient accourus pour s'informer de la cause d'un pareil phénomène, avaient été stupéfaits de le voir non seulement expliqué, mais encore représenté d'avance par le dessin dans un chapitre de mon *Astronomie populaire* publiée en 1879.

Et du reste, quoi de surprenant! A l'heure actuelle on n'enseigne encore l'Astronomie, c'est-à-dire les éléments de la connaissance positive de l'univers — ni dans les écoles primaires, ni dans les écoles secondaires, collèges ou lycées; — et même à l'École polytechnique, la géodésie, les instruments, la géographie, la cosmographie, le calendrier, la navigation et les théories mathématiques occupent tant de place dans le cours qu'il ne reste que quelques leçons pour l'Astronomie proprement dite. Allez au Collège de France ou à la Sorbonne, vous n'y pourrez pas non plus apprendre l'Astronomie. Ceux qui désirent acquérir quelques notions sur l'organisation de l'univers ne peuvent le faire qu'en dehors de leurs études classiques, comme

une curiosité de surcroît. Il semble cependant que la première chose que devrait apprendre l'habitant d'une planète quelconque, ce serait d'abord de savoir où il est. Si l'on ignore ce premier point, toutes les idées qu'on peut avoir sur n'importe quelles questions sont erronées dès leur principe.

Quoi qu'il en soit, la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre est venue confirmer les théories astronomiques enseignant que les étoiles filantes sont des essaims de corpuscules décrivant autour du Soleil des ellipses très allongées

Fig. 10.



Point radiant des étoiles filantes du 27 novembre 1885.

que la Terre peut traverser dans son cours annuel autour du même astre, et surtout elle est venue confirmer la conjecture que les étoiles filantes sont le produit de la désagrégation des comètes. La conjecture devient aujourd'hui certitude.

Non peut-être encore que *toutes* les étoiles filantes dérivent des comètes, ni que *toutes* les comètes finissent en désagrégation : il serait téméraire de généraliser absolument. Mais il n'est plus douteux que les principaux essaims d'étoiles filantes suivent dans l'espace les routes de comètes connues, ni que ces essaims dérivent de comètes anciennes désagrégées.

Plusieurs de nos lecteurs peuvent avoir été témoins de la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1872. Ce soir-là, de 6^h à minuit, les étoiles tombèrent du ciel par flocons : on estima leur nombre à cent soixante mille.

Elles émanaient toutes d'un même point du ciel, voisin de la belle étoile γ d'Andromède. J'ai raconté ailleurs l'effet que cette pluie d'étoiles produisit à Rome, où je me trouvais alors, et comment le pape Pie IX en fut lui-même assez frappé. Le phénomène fut observé de tous les pays sur lesquels le ciel était pur, de l'Italie, du midi de la France, de l'Espagne, etc. Mais de tous les spectateurs, ce furent les astronomes qui en reçurent encore la plus grande émotion, et voici pourquoi :

Une comète était depuis longtemps *perdue*, et toutes les recherches faites

Fig. 11.



Étoiles filantes observées le 27 novembre 1885 (d'après un croquis fait à la Casbah de Tunis, par M. Portanier).

pour la retrouver étaient restées sans résultats. Elle avait fait naufrage en plein océan céleste! En vain les vigies du ciel avaient-elles essayé de découvrir les débris du naufrage, les télescopes n'avaient pu retrouver le moindre vestige de la catastrophe. Véritable catastrophe, en effet. Avant de s'évanouir dans l'immensité et de disparaître aux yeux des astronomes, la comète avait d'abord été fendue en deux dans toute sa longueur! Découverte le 27 février 1826 par Biéla, capitaine autrichien à Johannisberg (encore une découverte due à un amateur) et dix jours plus tard, indépendamment, par Gambart, à

Marseille, cette comète télescopique dont la révolution était de six ans et neuf mois, était revenue en vue de la Terre en octobre 1832, suivant ponctuellement la route assignée par le calcul, et de nouveau elle était reparue en 1845, lorsqu'arriva la catastrophe dont nous venons de parler.

En effet, les astronomes la suivaient tranquillement au télescope, et tout marchait à la satisfaction générale, depuis le 25 novembre 1845, jour où on l'avait retrouvée, lorsque, spectacle inattendu, le 13 janvier 1846, on vit l'astre chevelu se partager en deux sur toute sa longueur et former ainsi deux comètes — semblables — mais non pas égales — une grande et une petite, ayant chacune une tête et une queue, et cheminant côte à côte dans l'immensité éthérée.

Puis, elles se séparèrent lentement. Le 10 février, on pouvait déjà compter soixante mille lieues de distance entre l'une et l'autre. Elles ne semblaient toutefois se quitter qu'à regret, car pendant plusieurs jours on crut apercevoir une sorte de pont de lumière jeté de l'une à l'autre. Bientôt ce pont disparut, la petite comète se fondit en quelque sorte, comme ces petits nuages blancs que l'on voit s'évanouir au sein de l'azur céleste, lorsque, dans les beaux jours d'été, couché dans l'herbe épaisse, on regarde le zénith. Vers la fin de février, le couple cométaire disparut dans les profondeurs du ciel.

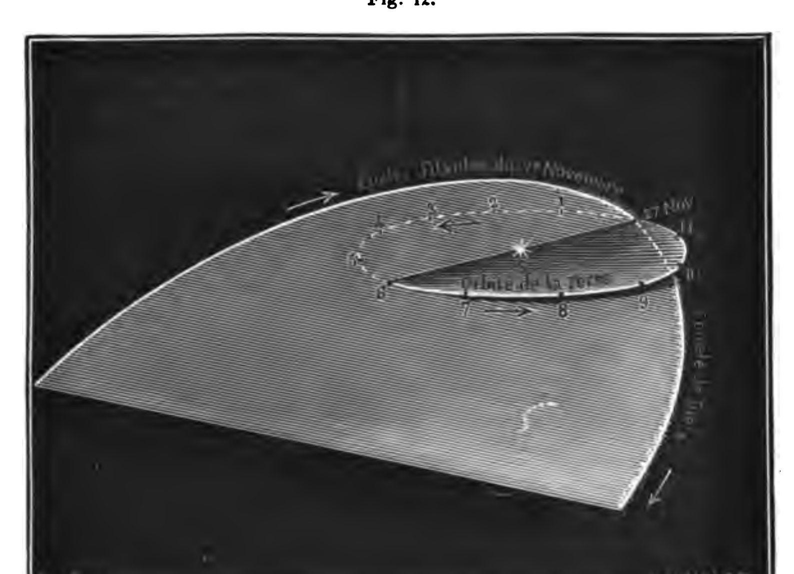
Qu'allaient-elles devenir? L'histoire de l'Astronomie rapportait bien quelques cas analogues de comètes brisées, mais on mettait la légende sur le compte de l'imagination populaire ou de l'exagération des chroniqueurs, et les astronomes n'y croyaient guère. Cependant il fallait bien ici se rendre à l'évidence. Les deux jumelles furent suivies par la pensée, à défaut du télescope, et l'on calcula minutieusement quelles perturbations pouvait exercer sur ces légers flocons célestes l'attraction puissante de planètes aussi lourdes que Jupiter ou même la Terre. Le calcul montra qu'elles devaient revenir de nouveau six ans et neuf mois plus tard, et en effet elles furent redécouvertes une belle nuit du mois de septembre 1852; mais elles étaient fort diminuées, et de plus séparées par une distance de cinq cent mille lieues... Depuis on ne les a plus jamais revues.

Ainsi la comète de Biéla, brisée en deux depuis 1846, était considérée comme perdue. D'après les calculs astronomiques, elle aurait dû revenir en vue de la Terre en 1859, 1866, 1872, 1879, 1885, mais tous les télescopes braqués sur le ciel n'ont pu parvenir à en découvrir la moindre trace.

Nous nous trompons, et c'est ici que l'événement acquiert toute la nouveauté de son intérêt. Le 27 novembre 1872, on a vu tomber du ciel, comme nous le rappelions tout à l'heure, une pluie d'étoiles filantes d'une richesse incomparable. Ces météores semblaient tous venir d'un point radiant principal, situé dans la constellation d'Andromède. Or, l'orbite décrite autour du

Soleil par la comète de Biéla est inclinée sur l'orbite terrestre, et, par conséquent, celle-ci la coupe en deux points diamétralement opposés, par une ligne d'intersection que le calcul peut déterminer. C'est comme si, par exemple, nous inclinions une feuille de papier sur le milieu de celle-ci tenue horizontalement et traversée par cette autre feuille de papier. Le plan de l'orbite terrestre et celui de l'orbite cométaire se croisent sur un angle de 12 degrés; la Terre, dont la vitesse de translation autour du Soleil est de 106 000^{km} à l'heure, coupe ce plan le 27 novembre et croise précisément là l'orbite de la comète (1). Aussi, la théorie exposée en 1870 par M. Schia-

Fig. 12.



Intersection du plan de l'orbite des étoiles filantes du 27 novembre, avec le plan de l'orbite terrestre.

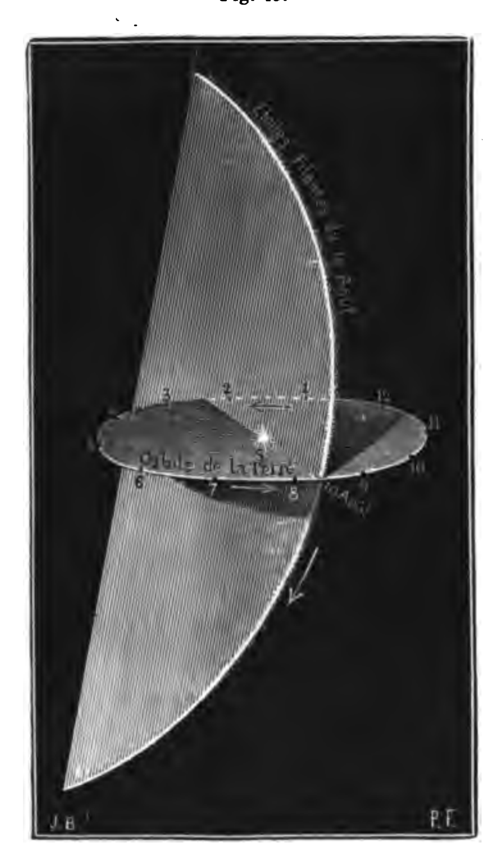
parelli ayant conduit à assimiler les orbites des étoiles filantes à celles des comètes, et ayant montré que selon toute probabilité les étoiles filantes du 10 août et du 14 novembre décrivent dans l'espace les mêmes orbites que des comètes connues, cette pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1872 fut-elle immédiatement attribuée à la comète de Biéla. Le soir même, Klinkerfues

(1) Nos lecteurs se rendront exactement compte de la nature et de la position de ces orbites d'étoiles filantes relativement au plan de l'orbite le long de laquelle la Terre circule autour du Soleil, ainsi que de la rencontre des essaims eux-mêmes avec notre planète, par l'examen de nos trois figures 12, 13 et 14. Ces figures sont si claires par elles-mêmes qu'elles nous dispensent de toute explication superflue. Pour faire connaître en même temps les autres orbites, à l'essaim du 27 novembre, nous ajoutons ceux du 10 août et du 14 novembre.

envoyait de l'autre côté du globe, à Madras, cette dépêche inattendue pour les télégraphistes : « Biéla touché Terre; cherchez près théta Centaure ». Toute affaire cessante, l'astronome de Madras, Pogson, braqua son télescope vers la zone indiquée et y trouva effectivement une pâle nébulosité d'aspect cométaire; mais le mauvais temps qui arriva dans la nuit même et qui dura plusieurs jours empêcha de la retrouver et de l'identifier.

Déjà, en 1832, cette même comète de Biéla avait failli rencontrer la Terre;

Fig. 13.



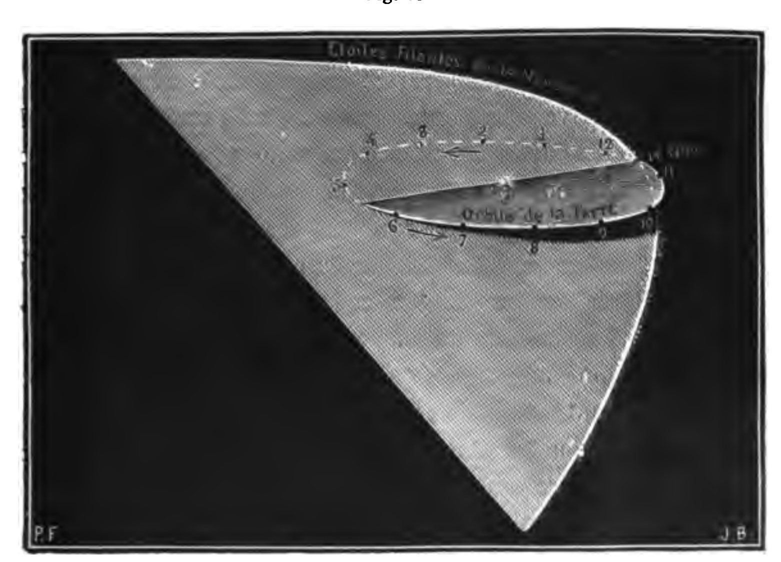
Intersection de l'orbite des étoiles filantes du 10 août avec le plan de l'orbite terrestre.

du moins le bruit en avait-il couru et les craintes avaient-elles été un instant assez sérieuses. Toute l'Europe eut peur un instant. Si, en effet, la Terre venait à passer juste à travers la tête d'une comète, avec sa vitesse de 106 000^{km} à l'heure — celle de la comète étant égale, de son côté, à 150 000^{km} — on ne sait pas encore au juste ce qui pourrait arriver. Mais les craintes étaient prématurées. Le 29 octobre 1832, la comète devait bien réellement traverser l'orbite terrestre, tout contre la route que notre planète parcourt

autour du Soleil, à 30 000^{km} en dedans de cette orbite. Pour peu que le noyau et la chevelure eussent des dimensions de quelque importance, la Terre pouvait être prise dans la nébulosité, être ou bombardée, ou échauffée, ou asphyxiée, etc. « Oui, écrivait à ce propos François Arago, le 29 octobre prochain, une portion de *l'orbite* de la Terre se trouvera comprise dans la nébulosité de la comète ; mais... *la Terre elle-même* n'arrivera au même point que le 30 novembre... » La distance entre les deux corps ne devait pas descendre au-dessous de vingt millions de lieues. Tout était sauvé !

Eh bien ! l'événement tant redouté pour 1832 s'est produit le 27 novembre

Fig. 14.



Intersection du plan de l'orbite des étoiles filantes du 14 novembre avec le plan de l'orbite terrestre.

1872, et vient de se renouveler le 27 novembre 1885. Seulement — heureusement pour nous, sans doute — la comète n'existait plus à l'état de personnalité céleste ; depuis 1846 elle était morte, réduite en morceaux, puis émiettée le long de sa route, sous l'influence des perturbations planétaires, désagrégée en corpuscules infiniment petits, dont le choc sur notre planète errante est aussi inoffensif que celui d'une mouche contre une locomotive.

Mieux que cela, on peut dire que notre globe étant lancé dans l'espace avec une vitesse cinquante fois plus rapide que celle d'un boulet de canon, est comparable à un projectile qui aurait traversé l'autre soir une sorte de nuée de moucherons qui filait elle-même avec une vitesse plus vertigineuse encore.

Dès qu'elles atteignent les hauteurs de notre atmosphère, ces poussières

cosmiques, toutes minuscules sans doute, et de la grosseur de têtes d'épingles, de grains de plomb, de balles peut-être, s'enflamment par le frottement. Dans une analyse remarquable comme tout ce qui émane de son esprit si judicieux, M. Hirn a montré (*L'Astronomie*, numéro de juin 1883) qu'un bolide qui pénètre dans les hauteurs de notre atmosphère avec une vitesse relative de 30^{km} par seconde, comprime l'air en avant de sa marche au point de faire croître la pression de l'air depuis un centième d'atmosphère (supposé à 37^{km} de hauteur) jusqu'à 56 fois ce qu'elle est à la surface du sol, c'est-à-dire que la pression atmosphérique normale, qui est de $10\,333^{kg}$ par mètre carré, s'élèverait en amont d'un bolide de 1^{m} de surface à $582,000^{kg}$! Cet accroissement de pression se traduit par un accroissement de chaleur considérable. La température de l'espace étant de 273° au-dessous de zéro, notre bolide, doué de cette température ultra-glaciale avant de toucher à notre atmosphère, arrive en quelques secondes à déterminer une chaleur de 3340°, chaleur que nos foyers les plus intenses ne pourraient pas produire. Cette élévation de chaleur serait atteinte lors même que le bolide ne ferait que traverser les couches les plus raréfiées des hauteurs aériennes, où la pression n'atteint même pas un millième d'atmosphère. A $100\,000^{m}$ de hauteur une étoile filante devient visible à cause de cette transformation de son mouvement en chaleur et en lumière.

Il en résulte comme conséquence qu'aucune étoile filante ne peut arriver jusqu'à terre : elles sont inévitablement évaporées avant de pénétrer jusqu'aux couches inférieures de notre atmosphère. D'abord, elles n'arrivent pas sur nous de face. La Terre, croisant un essaim d'étoiles filantes, la coupe toujours plus ou moins obliquement. Ces corpuscules glissent en quelque sorte sur la rondeur extérieure de notre atmosphère, quelque traversable et raréfiée que soit cette limite, et ressortent après avoir suivi plutôt des tangentes que des sécantes. Les projectiles qui arrivent le plus de face pénètrent davantage et nous restent, mais ils sont évaporés, et leur vitesse est devenue nulle avant que la résistance de l'air leur ait permis d'atteindre le sol. On les retrouve à l'état de poussières ferrugineuses microscopiques à la surface du sol. Si, le 28 novembre dernier, on avait eu la curiosité de faire fondre de la neige prise en Suisse à la surface du sol, on aurait certainement recueilli dans les résidus une grande quantité de ces poussières ferrugineuses attirables à l'aimant, comme Ehrenberg et Reichembach l'ont reconnu il y a près d'un demi-siècle.

D'après ce que nous venons de dire, on a pu s'apercevoir que nous faisons une distinction entre les étoiles filantes et les uranolithes. Comme apparence, comme phénomène optique, on peut, sans doute, passer graduellement de la plus petite étoile filante au bolide le plus lumineux, et des bolides aux chutes

d'uranolithes. Mais il ne faut pas toujours s'arrêter aux apparences. Les essaims d'étoiles filantes ne se composent pas, comme on pourrait le croire, de corps de toutes dimensions, depuis le grain de poussière jusqu'au bloc de pierre ou de fer ou jusqu'à la montagne. Et la meilleure preuve, c'est que, sur plusieurs centaines de milliers d'étoiles filantes comptées ou non, dans les nuits du 27 novembre 1872 et du 27 novembre 1885, apparues au zénith du continent européen, on n'a pas signalé une seule chute d'uranolithe, même de la grosseur d'une noix. Les uranolithes ont une origine différente.

Sur cette immense quantité d'étoiles filantes, disons-nous, on n'a pas eu à constater une seule chute d'uranolithe, ni même un seul passage de bolide de premier ordre, ni une explosion, vue ou entendue. Les phénomènes les plus éclatants ont été quelques étoiles filantes de l'éclat de Vénus et quelques traînées abandonnées par la fusion d'une ou plusieurs étoiles dans les hauteurs de l'atmosphère. M. Maxime Ogat écrit d'Adelia (Algérie) que, pendant toute la durée de l'averse, le ciel, quoique dégagé de nuages, resta constamment couvert d'une couche de vapeurs, qui ne laissait voir que les étoiles des trois premières grandeurs, et que cette couche se dissipa quand cessa le phénomène. M. Narcisso de Lacerda signale une brume épaisse à Lisbonne à 10^h du soir. M. Perrotin signale, vers $10^h 30^m$, un brouillard à Nice, fait assez rare. M. J.-M. Zébar nous signale le même fait de Caracas (Vénézuela). M. Zenger signale, de Prague, un accroissement de température de 4°8′ à 10°9′ (maximum de 2^h) du 26 au 27. Même en éliminant les brumes comme incidents purement météorologiques, (mais elles peuvent fort bien être dues à l'influence de cette poussière cosmique) il n'est pas douteux que, dans la soirée du 27 novembre dernier, pendant six heures au moins, la Terre a traversé le gros de l'essaim annulaire des corpuscules émanés de la désagrégation de la comète de Biéla. Ces corpuscules cosmiques peuvent s'être égrenés tout le long de l'orbite, et, puisque notre planète croise cette orbite à la date du 27 novembre, nous pouvons nous attendre à voir encore l'année prochaine, aux mêmes heures, des étoiles filantes rayonner de γ Andromède; mais le gros de l'armée est passé, et nous ne le croiserons de nouveau qu'en 1898, les retours de l'essaim capital des restes du noyau, au périhélie, étant presque de six ans et demi juste.

En examinant la région du ciel illustrée par le point radiant du 27 novembre, M. Fabry, jeune astronome de l'Observatoire de Paris, a découvert, le 1er décembre, une petite comète offrant l'aspect d'une faible nébulosité. Sa position était par $0^h 39^m$ et 21° 2′, c'est-à-dire voisine de ζ Andromède. On a d'abord pu penser que cette Comète avait quelques rapports avec les étoiles filantes; mais le calcul de son orbite montre qu'il n'en est rien.

Concluons en remerciant le ciel de ce splendide feu d'artifice. L'observation du phénomène a avancé nos connaissances sur la constitution de l'Univers en confirmant nos théories sur la nature des orbites d'étoiles filantes et sur leur parenté avec les comètes. Hier nous attribuions avec une grande vraisemblance les étoiles filantes à des comètes désagrégées, aujourd'hui *nous avons assisté* pour ainsi dire *à cette désagrégation même*. Qu'il me soit permis d'ajouter en terminant que mes conjectures, publiées en 1879 (*Astronomie populaire*, p. 661) sur l'existence d'une planète transneptunienne à la distance 48 (*voyez* aussi *L'Astronomie* de mars 1884) en reçoivent en même temps une confirmation nouvelle. Nous avons maintenant trois magnifiques essaims d'étoiles filantes incontestablement associés aux orbites cométaires : celui du 27 novembre, dû à la Comète de Biéla, capturée par l'attraction de Jupiter, celui des 13-14 novembre, associé à la comète de 1866, capturée par Uranus, et celui du 10-11 août, associé à la Comète III de 1862, capturée par la planète transneptunienne.

Reconnaissons une fois de plus qu'il n'y a rien d'indifférent dans l'étude de la nature. La minuscule étoile filante qui glisse dans les hauteurs silencieuses de l'atmosphère comme un rêve si vite évanoui, nous instruit sur les lois formidables auxquelles elle obéit, sur la constitution même de l'Univers, sur la légèreté spécifique des comètes et sur leur destinée. Elle n'est pas livrée aux caprices du hasard, mais régie par un ordre supérieur. Elle nous dit peut-être, en son langage symbolique : « Vous aussi, pauvres humains, vous êtes des étoiles filantes, vous ne brillez un instant que pour vous éteindre, mais vous obéissez comme nous à des lois supérieures ; l'infiniment petit est digne de l'infiniment grand ! »

CAMILLE FLAMMARION.

EXPOSÉ SOMMAIRE DES OBSERVATIONS.

Les observations astronomiques faites sur cet important phénomène céleste sont si nombreuses, si diverses et si remarquables, que des centaines de pages seraient nécessaires pour publier celles que nous avons reçues directement. En adressant nos plus chaleureuses félicitations et nos plus vifs remerciements aux observateurs, nous leur exprimons nos regrets de ne pouvoir donner cette publication *in extenso;* mais nous offrirons à nos lecteurs le résumé le plus complet qu'il sera possible de concilier avec l'espace dont nous disposons.

Nous partageons ces documents en plusieurs sections, commençant par ceux qui nous ont été adressés directement, et par ceux qui, arrivés les premiers, ont pu être présentés à l'Académie des Sciences et communiqués aux journaux. (Voir notamment le *Temps* des 29 et 30 novembre.)

I

DOCUMENTS PRÉSENTÉS PAR M. FLAMMARION A L'ACADÉMIE DES SCIENCES
(Comptes rendus du 7 décembre, p. 1210.)

« Qu'il me soit permis de signaler d'abord les observations dues aux Sociétés scientifiques Flammarion, de Marseille, Bruxelles et Jaën (Espagne). De ces trois points, si éloignés l'un de l'autre, on s'accorde à constater la magnificence du phénomène, et à fixer vers 6^h (temps moyen de Paris) l'heure du maximum.

« M. Bruguière, président de la première de ces Sociétés, m'écrit qu'en compagnie de MM. Bressy, Codde, Lihou et Vian, il a compté environ 4000 étoiles en dix minutes émanant de trois points radiants, le plus important voisin de γ Andromède, le second au nord de cette étoile, et le troisième voisin de α Persée, le tout situé à peu près au zénith vers l'heure du maximum. Le président de la seconde Société, M. Vuilmet, écrit qu'à Bruxelles le spectacle a été merveilleux ; que, vers 6^h, le ciel était littéralement sillonné, et que, montre en main, une seule personne pouvait compter 160 météores par minute pour un quart de ciel.

« De Saint-Pons (Ardèche), M. Ginieis a placé le radiant principal, vers 6^h, à $1^h\,40^m$ d'ascension droite et 45° de déclinaison boréale.

« De Saint-Germain-des-Fossés (Allier), M. Lemosy a placé ce radiant un peu à l'ouest de γ Andromède.

« A Orange, M. Tramblay écrit que la pluie commença pendant le crépuscule, dès $4^h\,30^m$, c'est-à-dire dès le moment où l'obscurcissement de l'atmosphère permit la visibilité, et qu'à 6^h, à la nuit presque close, on pouvait compter 20 météores par seconde, de la 1re à la 5e grandeur inclusivement. Cet observateur fixe le point radiant à $2^h\,2^m$ en Æ et 41° en D. Le phénomène, qui avait certainement commencé pendant le jour, a diminué graduellement pour s'évanouir vers minuit.

« A Dax (Landes), M. Thore a déterminé, vers 8^h, le point radiant à $1^h\,20^m$ et 41°, à moitié de la distance de γ à υ Andromède.

« De Dieulefit (Drôme), M. Coueslant écrit que le phénomène a causé une grande émotion dans la contrée, que le peuple craignait de voir tomber toutes les étoiles du ciel, et ne fut rassuré que lorsqu'on lui montra le numéro de l'*Astronomie* annonçant cette averse d'étoiles.

« M. Denning, à Bristol, place le radiant à 23° en Æ et 45° en D, celui de la Comète de Biéla devant être, d'après le calcul, par 24° et 42° (accord remarquable) [1].

« M. Arcimis écrit de Madrid qu'il a compté environ 50 étoiles par minute pendant l'heure du maximum, et qu'autour de lui l'étonnement public voyait un rapport entre ce mystérieux phénomène et la mort du roi, arrivée le 25.

« M. G. Hermite, observant sur une montagne, aux environs de Locle (Suisse), a compté jusqu'à 30 étoiles par seconde au plus fort de l'averse ; à 7^h, le centre

(1) La place nous manque, à notre grand regret, pour publier aujourd'hui le très intéressant article de M. Denning, qui paraîtra dans notre prochain numéro.

d'émanation s'est déplacé parmi les constellations, s'est porté sur les Pléiades et est revenu vers Andromède.

« De Liège, M. Hébert a vu l'une des étoiles filantes arriver vers l'étoile 41 du Bélier, dévier en sinuosité et laisser une traînée lumineuse qui persista pendant *douze minutes*. M. Dupuy a fait la même observation à Nyons (Drôme).

« A Prague, M. Zenger a compté 14 000 étoiles filantes de 7^h à 8^h, et relève un accroissement de température de 4°, 8 à 10°,9 (maximum de 2^h) du 26 au 27.

« D'Alger, M. Duprat écrit que le phénomène avait commencé dès le 26.

« De Tunis, M. Portanier signale le maximum vers 7^h à la nuit tombée, et fait part des craintes des populations. Parmi les croquis que nous avons reçus, celui de cet observateur est l'un des plus pittoresques, et nous l'avons fait graver pour l'offrir à nos lecteurs (*fig.* 10, p. 21).

« De Suez, M. Borghetti expose que les étoiles semblaient tomber du zénith comme de la neige.

« De Constantinople, M. Mavrogordato nous mande que la pluie d'étoiles y a été observée, ainsi qu'à Athènes, Smyrne et Jérusalem, le maximum ayant eu lieu dans la soirée, entre 7^h et 9^h, et le point radiant étant γ Andromède.

« Des observations analogues, sur la magnificence de cette pluie d'étoiles et sur la position du point radiant, nous ont été adressées par un grand nombre de correspondants. Nous citerons principalement MM. Lange de Ferrières, à Rupt, par Scey-sur-Saône; Courtois, à Muges (Lot-et-Garonne); Haizeaux, à Guincourt (Ardennes); Riveau, à Genouillé (Charente-Inférieure); Tedesche, à Aubenas (Ardèche); Bachelier, à Civray (Vienne); Rouchet, à la Roche-sous-Briançon (Hautes-Alpes); Gully, à Rouen; Michel, à Mane; Bougé, à Nantes; Hillaire, à Vendeuvre (Vienne); Arnoye, à Montauban; Perrotet des Pins, à Cheval-Blanc (Vaucluse); Alcibiade Mathieu, à San-Remo (Italie); Junod, à Sainte-Croix (Suisse)' Comas, à Barcelone, etc., etc. »

II

Documents arrivés depuis les précédents et qui n'ont pu être communiqués a l'Académie.

M. Folaché, président de la Société scientifique Flammarion, de Jaën, expose, dans le *Bulletin* d'Argentan, que les observateurs ont pu contempler, à Jaën, le magnifique spectacle que nous présentait le ciel traversé dans toutes les directions par une multitude d'*étoiles filantes*. Dès le 25 et le 26 novembre, au soir, les météores se présentèrent plus nombreux que d'ordinaire, et l'on pouvait prévoir que le maximum arriverait le 27. Durant le jour, la lumière du Soleil empêcha d'étudier le phénomène; mais à partir du coucher, on commença à jouir de la vue de ce majestueux feu d'artifice qui dura jusqu'à 9 heures du soir. En ce moment, un brouillard très épais que l'on voyait à l'horizon, s'éleva et couvrit toute la voûte céleste. Les trajectoires coupaient tout le firmament, mais dérivaient surtout des constellations d'Andromède et de Persée; quelques-unes traversaient le Cocher et le Taureau.

Les 28 et 29, absence complète de météores.

M. le professeur Dufour nous écrit de Morges à la date du 11 décembre (extrait).

« A travers les éclaircies, le ciel restait vaporeux et rendait invisibles les étoiles de 5e et 6e grandeur. Cependant les étoiles filantes que l'on pouvait apercevoir à travers les rares éclaircies du firmament étaient si nombreuses que l'on peut vivement regretter que le ciel n'ait pas été entièrement serein; nous aurions eu peut-être alors une apparition d'une splendeur pareille à celle qui s'est produite aux États-Unis, dans la nuit du 12 au 13 novembre 1833, et qui fut observée en Europe surtout dans la seconde moitié de la nuit. Le nombre des étoiles filantes a été apprécié alors au double du nombre des flocons de neige que l'on voit tomber pendant une forte averse.

« J'ai pu renouveler cette fois l'observation que j'avais déjà faite en 1872; c'est-à-dire qu'en y prêtant une attention spéciale je n'ai pas vu une seule étoile filante là où le ciel était couvert de nuages, ce qui prouve qu'elles s'éteignaient toutes dans les hautes régions de l'atmosphère. Seulement, en 1872, j'avais pu voir que les nuages étaient plus élevés que la cîme du Mont Blanc; cette fois la nuit était si noire qu'il était impossible de distinguer les sommets des montagnes; par conséquent je n'ai aucune idée de la hauteur des nuages dans la soirée du 27 novembre 1885.

« Une deuxième observation est que les étoiles paraissaient être par groupes de 3, 4 et 5 qui se succédaient dans les mêmes régions du ciel, et à de très courts intervalles. Il était probablement plus facile de faire cette observation avec un ciel très nuageux, comme nous l'avions, qu'avec un ciel entièrement serein. En regardant attentivement quelques-unes de ces éclaircies à travers lesquelles on voyait passer les étoiles filantes, on était parfois une minute sans en voir aucune, puis dans cet espace restreint on en voyait tout à coup plusieurs qui se succédaient à moins d'une seconde d'intervalle.

« Dans les phénomènes de cet ordre, après le côté scientifique, il y a parfois le côté amusant. Une dame m'écrit, du pied du Jura, que pendant la soirée du 27 novembre elle faisait route avec une personne qui, ignorant complètement ce que sont les étoiles filantes, et effrayée de la quantité quelle en voyait tomber voulait ouvrir son parapluie pour se protéger. Sa compagne dut la rassurer et lui affirmer que le parapluie serait absolument inutile. »

M. l'astronome Zenger nous écrit de Prague, à la date du 13 décembre (extrait) :

« A ma première lettre j'ajoute aujourd'hui l'envoi d'une des plaques photographiques du Soleil que j'ai pu faire le 29, le mauvais temps m'ayant empêché de prendre le 27 et le 28 mes photographies habituelles du Soleil.

« Donc, le 29, à 10h du matin, je m'étais mis, comme d'habitude, à prendre des photographies instantanées du Soleil avec une lentille aplanétique de Steinheil, lorsque je fus frappé par le passage tout près du Soleil d'un bolide assez vif passant obliquement à 1° ou 2° au S-S-O. Mais ce qui m'émerveilla, ce fut l'aspect des dix plaques photographiques obtenues à 10h 15m, 16m, 17m, 18m, et 19m, et à 11h 10m, 12m, 13m, 14m et 15m.

« Chacune de ces plaques se montre couverte de petites images avec traînées; on croirait voir des têtes de comètes avec noyaux très petits et noirs, entourés d'une auréole grisâtre et d'une autre concentrique blanchâtre; on distingue des queues recourbées et accourcies sans doute par la perspective. Le tout passait devant le Soleil suivant des directions sensiblement parallèles et rappelait la chute du 27 novembre (¹).

M. Félipe A. Labadie, consul du Mexique à Mogales, Arizona (États-Unis d'Amérique) nous écrivait d'autre part, le 27 novembre (extrait) :

« Je me fais un devoir de porter à votre connaissance qu'hier soir, 26 novembre, nous avons eu ici une belle pluie d'étoiles filantes. En vingt minutes, de 9^h40^m à 10^h j'en ai compté 115. Toutes, sans exception, venaient de l'Ouest et se dirigeaient vers l'Est, direction sensiblement parallèle à la ligne qui unit les trois étoiles η, ι et $\varkappa$ d'Orion. Elles se sont toutes montrées dans les constellations des Gémeaux, d'Orion, du Taureau, de l'Éridan et du Lièvre. Elles étaient animées de grandes vitesses, à l'exception de deux; la première, apparue au tiers de la distance entre λ et μ du Lièvre, a laissé une traînée visible pendant douze secondes; la deuxième, plus remarquable, partie d'un point au nord de l'amas des Gémeaux, a laissé une trace de feu coupant précisément Saturne et visible pendant quinze secondes. »

L'observation de M. Labadie est particulièrement intéressante, sutout à cause de la distance de sa station.

De Caracas (Vénézuela) M. J. M. Zébar nous mande que la pluie d'étoiles filantes a été abondante, irradiant d'Andromède, commencée à 6^h38 et terminée à 9^h par une brume.

De Malmö (Suède), M. Olof Nilsson nous apprend que le phénomène a été observé dans la Suède septentrionale et centrale, notamment à Haparanda, Luléa, Upsal, Stockolm.

De Lisbonne, M. Narcisso de Lacerta nous expose que le phénomène a été aussi splendide qu'en 1872. Commencé dès le crépuscule, il a continué jusqu'au moment où, vers dix heures, un épais brouillard vint s'opposer à toute observation. L'observateur estime l'afflux à 150 étoiles par minute.

De Bujuk-Déré (Constantinople), M. le prof. Parsehian nous écrivait (extrait) :

« La pluie d'étoiles du 27 novembre est si importante, à cause de sa connexion avec la comète de Biéla, que je crois de mon devoir de vous annoncer qu'elle s'est montrée admirable ici. De Constantinople et de Scutari, les habitants s'étaient portés sur les hauteurs pour mieux jouir du spectacle. D'un point radiant voisin de γ Andromède, les corpuscules lumineux tombaient en masses, et en serpentant sur les eaux calmes du Bosphore, illuminant l'horizon et rendant visible toute la côte d'Europe ornée de ses magnifiques palais des sultans. »

De l'Observatoire de Palerme, M. Riccò nous adresse les remarques suivantes :

« De $6^h\,30^m$ à $8^h\,40^m$, heure à laquelle le ciel s'est couvert, la pluie d'étoiles a

(¹) Cette curieuse photographie sera publiée dans notre prochain Numéro.

été merveilleuse. Vers $7^h\ 40^m$, nous en avons compté jusqu'à 214 par minute. On peut estimer à 27000 le nombre qui a dû paraître de 6^h à 9^h. Le radiant, à $8^h\ 30^m$, était par $1^h\ 40^m$ et 41°. A $6^h\ 20^m$, un bolide beaucoup plus brillant que Vénus parut dans le Dragon, brillant d'une lumière éblouissante blanche-verte, et laissa une traînée rougeâtre, puis incolore comme de la fumée, d'abord rectiligne, puis courbée comme si elle flottait dans l'air, et qui persista pendant vingt minutes environ. — La veille (26) j'avais déjà pu observer quelques étoiles filantes dans Persée, indiquant que la chute était commencée. »

De Cerchiara, Calabre, M. P.-A. Rovitti fait part de la pluie d'étoiles, qui dura depuis la première heure de la nuit jusqu'à minuit, et offrait absolument, dit-il, l'aspect décrit à la page 622 de l'*Astronomie populaire*.

M. A. Matthey nous écrivait de Locle, Suisse (extrait) :

« Le spectacle a été magnifique. D'innombrables traits de feu sillonnaient le ciel, surtout dans les constellations du Taureau, d'Orion et du Cygne. Beaucoup de spectateurs étaient émus. Les soixante-dix mille exemplaires de l'*Astronomie populaire* disséminés dans le public pourraient donner l'espérance que les notions astronomiques sont répandues ; eh bien ! à entendre les réflexions faites, on n'aurait jamais pu se douter que cette pluie d'étoiles filantes est si complètement expliquée dans cet ouvrage et même annoncée dans *les Étoiles* pour la date précise du 27 novembre. L'instruction publique a encore de grands pas à faire avant d'arriver à ce qu'elle devrait être. »

De Péronnas (Ain), M. Guillaume écrit que, malgré les nuages, il a remarqué trois brillantes étoiles filantes. Il est probable qu'elles ont été vues à travers les nuages plus ou moins éclaircis.

Cette belle pluie d'étoiles a été observée aussi : de Villefranche-sur-Mer, par Mme Pollonnais, de Nice par M. Henri Moris, de Poitiers par M. Blain, de Yébleron (Seine-Inférieure) par M. Duménil, de Soulignonne (Charente-Inférieure) par M. Lamoulinette, d'Avignon par M. Clément Saint-Just, etc., etc.

M. Rucher, à Paris, nous écrivait dès le 28 novembre que, dans la soirée du 27, Mlles Pauline et Virginie Rucher ont vu tomber, *dans la rue* des Écluses-Saint-Martin, une boule de feu venant du Sud-Ouest. Il doit y avoir eu là quelque illusion.

III

Documents divers et remarques.

Aux documents qui précèdent nous ajouterons les suivants, recueillis en diverses publications : *Comptes rendus*, *la Nature*, la *Revue scientifique*, etc.

A l'Observatoire de Nice, la pluie d'étoiles, très abondante déjà vers 6^h, a augmenté jusqu'à $7^h\ 6^m$, moment du maximum, pour diminuer ensuite, après une légère recrudescence survenue entre $7^h\ 33^m$ et $7^h\ 48^m$. Le ciel était nuageux, et à partir de $10^h\ 20^m$ l'observation a été interrompue par le brouillard et le clair de lune. On a compté 121 étoiles par minute au moment du maximum. M. Perrotin place le radiant par 24° en Æ et 43° en Ⓓ. A $7^h\ 48^m$, un nuage très brillant, suite

de l'explosion d'une belle étoile filante, se montra près de ε Cassiopée, et fut entraîné par les courants supérieurs de l'atmosphère vers ο Grande-Ourse dans une direction inclinée de près de 45° sur les trajectoires des étoiles filantes : ce nuage resta visible pendant trente minutes.

A l'Observatoire de Moncalieri, le P. Denza et ses aides ont compté, de 6^h à 10^h, 39 546 météores, quoique dès 7^h 15^m le ciel ait commencé à se couvrir, pour l'être aux deux tiers à partir de $9^h 45^m$ et tout à fait — épais brouillard — à partir de 10^h 8^m. En conséquence, le nombre des étoiles filantes qui auraient été visibles de 6^h à 10^h, si l'on avait pu les compter toutes, a dû être d'environ 62 000. En 1872, on en a compté 33 000 en six heures. Le maximum (400 par minute), paraît avoir duré depuis la tombée de la nuit jusqu'à 7^h 15^m. Des stations claires on assure que le phénomène était terminé à 11^h. « Le spectacle qui s'offrit à nos yeux pendant les deux heures du maximum, écrit l'observateur, était tel qu'on arriverait difficilement à le décrire : de toutes les parties du ciel il pleuvait des masses d'étoiles semblables à des nuages cosmiques qui se fondaient. » Le point radiant estimé par le P. Denza a été :

à $7^h 35^m$..................	Æ = 22°	Ⓓ = 44°
à 8 20	26°	43°
à 9 8	28°	42°

Ces points sont compris entre φ et γ Andromède, et le troisième est tout près de cette dernière étoile.

A l'Observatoire de Milan, M. Schiaparelli a obtenu pour ce même point radiant :

à $6^h 35^m$..................	Æ = 15°	Ⓓ = 45°
à 7 12	18°,5	44°
à 8 7	23°	42°

A Upsala, douze observateurs ayant pris place en plein air autour de l'Observatoire météorologique, ont compté 40 844 étoiles filantes de 6^h à 11^h. Le maximum (295 par minute) a eu lieu à 7^h 30^m. Le point radiant moyen est 23° et 45°. M. Hildebrand Hildebranson conclut pour l'orbite de l'essaim d'étoiles filantes comparé à celle de la comète de Biéla :

		Étoiles filantes.	Comète de Biéla
Demi grand axe	a......	3,482	3,521
Inclinaison	i......	13°,50	12°33
Longitude du nœud	☊.....	245°,71	245°51′
Longitude du périhélie	π......	108°,71	109°8′
Excentricité	e......	0,7494	0,75586
Distance périhélie	q......	0,8732	0,86062
Passage au périhélie	τ......	1885, décembre 26	1852 septembre 23
Durée de la révolution	R......	2374 jours ou 6^{ans},5	6^{ans},6

On voit qu'il ne peut plus rester le moindre doute sur l'identité des deux orbites.

A l'Observatoire de Marseille, MM. Stéphan, Coggia et Borrelli ont estimé le

nombre des météores à plus de 600 par minute pendant l'heure du maximum (de 6^h à 7^h), et placé le point radiant à 1^h 30^m et 49°.

A l'Observatoire de Bordeaux, M. Rayet a placé le radiant par 1^h 54^m et 46°, et le maximum entre 6^h et 7^h.

A l'Observatoire de Lyon, M. André n'a eu qu'une éclaircie insuffisante.

De Toulon, M. Baills assure que le centre radiant est resté identiquement au même point sidéral pendant toute la durée du phénomène, par 18°45′ en Æ et 42°20′ en Ꝺ. M. Zurcher estime que le phénomène a été aussi beau que celui de 1872.

A Colmar, M. Hirn a remarqué (de 6^h à 7^h) que toutes les étoiles que l'on a pu voir vers le zénith cheminaient de l'Est à l'Ouest, sur des lignes sensiblement parallèles entre elles.

A Genève, M. Colladon signale que de $6^h 45^m$ à $7^h 45^m$, les éclaircies ayant permis d'observer la pluie d'étoiles, la direction moyenne, près du zénith, paraissait être du Nord-Est au Sud-Ouest. Vers 9^h, le ciel découvert à l'Est-Sud-Est, permet de voir en entier la constellation d'Orion que 5 ou 6 étoiles par minute traversent verticalement.

De Tortosa (Espagne) M. Landerer mande que la pluie d'étoiles filantes a été admirable et estime que la recrudescence des lueurs crépusculaires observée dans les derniers jours de novembre et les premiers jours de décembre est en connexion avec la comète de Biéla. Pour lui, la matière légère qui, par différents phénomènes, s'est manifestée dans les hauteurs de l'atmosphère, depuis le 27 août 1883, serait de la matière cométaire. Nous avons discuté cette question (*L'Astronomie*, 1884, p. 25 et articles suivants) et établi que : 1° la coïncidence précise avec l'éruption de Krakatoa, 2° la grandeur incomparable de ce phénomène géologiqne, et 3° l'ensemble des faits observés, donnent la *plus grande* probabilité à l'origine volcanique.

De Louvain, M. Terby, signale comme caractéristique du phénomène qu'il se produisait par saccades régulières : une étoile apparaissant était aussitôt suivie de plusieurs autres, simultanées ou à peu près; puis succédaient quelques secondes de repos, après lesquelles la pluie météorique recommençait de la même manière. Le 28, vers 8^h du soir, l'observateur a remarqué dans le Sud, à 60° de hauteur, une vive lueur qui se montrait derrière les nuages — lueur énigmatique.

Nous avons encore sous les yeux un nombre considérable de documents, mais il est impossible de donner place à tous. Nous avons fait nos efforts pour exposer ici l'ensemble de toutes les observations principales, afin que nos lecteurs puissent juger ce grand fait uranographique en connaissance de cause. Cette étude a pris aujourd'hui la place d'autres articles intéressants; mais nous avons pensé qu'il était indispensable de réunir ici ce vaste ensemble, qui marquera une date importante dans l'histoire de la Science. C. F.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 JANVIER AU 15 FÉVRIER 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'aspect du ciel étoilé durant cette période de l'année, il faut se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans les *Étoiles et les Curiosités du Ciel*, p. 594 à 635.

Nous sommes dans la saison la plus favorable aux observations astronomiques, à cause de la longue durée des soirées d'hiver et des brillantes constellations qui ornent la voûte céleste. *Vénus*, *Mars*, *Vesta*, *Jupiter*, *Saturne* et *Uranus*, visibles le soir, *Mercure*, *Cérès*, *Pallas* et *Junon*, visibles le matin, augmentent encore la beauté des nuits sereines.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — La déclinaison australe du Soleil : diminue rapidement; de 21°5′ au 15 janvier, elle passe à 12°36′ au 15 février, ce qui donne une avance de 8°29′. En même temps, la longueur des jours s'accroît dans la même proportion, de 40^m le matin, de 50^m le soir, d'où une augmentation sensible de 1^h30^m.

A la mi-janvier, la température moyenne terrestre atteint son minimum en Europe. C'est alors que l'écart entre la chaleur que nous recevons du Soleil et celle qui se perd par le rayonnement atteint sa plus grande valeur.

LUNE. — La Lune, dans ses périodes de visibilité, nous offre les effets les plus gracieux, les plus captivants, surtout lorsque les objets terrestres dessinent leurs silhouettes sur la neige qui recouvre le sol durci, leur image et leurs formes ravissantes.

Le 5 février, dès 5^h du soir, on pourra distinguer soit à l'œil nu, soit avec une jumelle marine, le *croissant délié* de notre satellite, brillant dans les feux du couchant, moins de 38^h après la Nouvelle Lune.

Occultations visibles à Paris.

Huit occultations, dont *trois* relatives à des étoiles de 4ᵉ grandeur et *une* relative à une étoile de 1ʳᵉ grandeur, seront observables dans la première moitié de la nuit. La soirée du 16 janvier sera la plus intéressante.

1° θ^1 TAUREAU (4ᵉ grandeur), le 16 janvier, de $4^h2^m,5$ à 5^h5^m du soir. La disparition se produit à l'Est, à 34° au-dessous du point le plus à gauche, et la réapparition à l'Ouest, à 21° au-dessus du point le plus à droite. L'Occultation sera visible dans la plus grande partie de l'Europe.

2° θ^2 TAUREAU (4ᵉ grandeur), le 16 janvier, 4^h5^m, à 5^h1^m du soir. Cette étoile s'éteint comme la précédente dans la partie orientale du disque lunaire, à 35° au-dessus et à gauche du point le plus bas; elle reparaît à l'Occident, au point le plus à droite, quatre minutes avant la première.

Les deux étoiles θ^1 et θ^2 sont distantes de 5′37″ et forment un couple que l'on décompose sans peine, à l'œil nu. Ces deux soleils appartiennent au même système stellaire;

ils emportent, au sein des profondeurs insondables, les destinées confiées à leur puissance.

3° 1391 B. A. C. (5° grandeur), le 16 janvier, de 5^h3^m à 6^h7^m du soir. L'étoile disparaît à 8° au-dessous du point le plus oriental du limbe de la Lune et reparaît à 39° au-dessus du point le plus occidental.

4° Aldébaran (1re grandeur), le 16 janvier, de 7^h55^m à 9^h4^m du soir. Ainsi que nous le fait voir la *fig.* 15, cette occultation si remarquable commencera à l'orient du disque lunaire, 22° au-dessus du point le plus à gauche, et finira à l'occident, à 7° au-dessus du point le plus à droite.

Le Phénomène sera observable dans l'Europe occidentale.

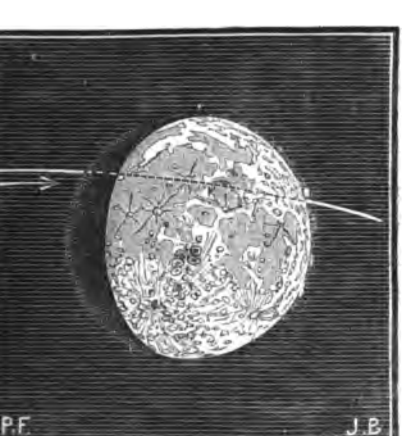
5° 26 Gémeaux (5,5 grandeur), le 18 janvier, de 8^h49^m à 9^h54^m du soir. L'étoile disparaît dans la partie australe du disque de la Lune, à 33° au-dessus et à gauche du point le plus bas; elle réapparaît à 11° au-dessous du point le plus occidental.

Visible dans le nord-ouest de l'Europe.

6° 37 Sextant (6° grandeur), le 22 janvier, de 7^h23^m à 8^h13^m du soir. A Paris, la Lune

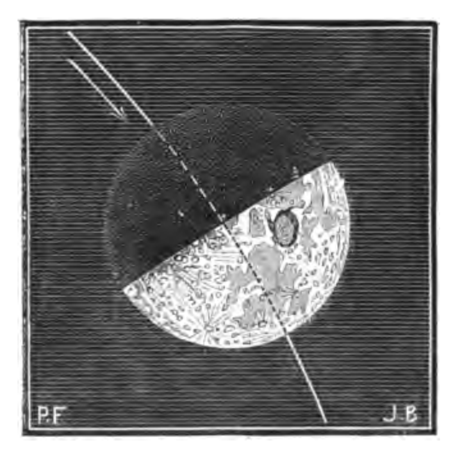


Fig. 15.



Occultation d'Aldébaran par la Lune, le 16 janvier, de 7^h55^m à 9^h4^m du soir.

Fig. 16.



Occultation de γ Taureau par la Lune, le 12 février, de 10^h59^m à minuit.

ne se levant qu'à 7^h56^m, on ne pourra voir que la réapparition de l'étoile, en un point situé à 40° au-dessus du point le plus à droite du disque de notre satellite.

Visible dans l'Europe centrale.

7° 48 Taureau (6° grandeur), le 12 février, de 8^h58^m à 9^h51^m du soir. L'étoile s'éteint en un point situé à 2° au-dessous du point le plus à gauche et reparaît exactement au point le plus bas du limbe de la Lune. Cette anomalie tient à ce que notre satellite est passé au méridien trois heures auparavant.

8° γ Taureau (4° grandeur), le 12 février, de 10^h59^m à minuit. La disparition à lieu à gauche du disque, en un point situé à 35° au-dessus du point le plus oriental et la réapparition, à 28° à droite et au-dessus du point le plus bas. Cette occultation est représentée *fig.* 16. Visible dans l'Europe occidentale.

Occultations diverses.

Les astronomes pourront encore étudier les occultations très curieuses qui suivent, selon les contrées de la Terre qu'ils habitent.

1° JUPITER, le 24 janvier, à 6h du soir, temps moyen de Paris. L'occultation de cette planète sera visible dans le sud et le sud-est de l'Asie, ainsi que dans l'archipel de la Sonde.

2° URANUS, le 24 janvier, à 8h 30m du soir. Le phénomène sera observable dans l'Asie centrale, la Sibérie et l'est de la Russie.

3° γ VIERGE (3e grandeur), le 24 janvier, à 11h 30m du soir. Visible dans l'Afrique méridionale et l'Amérique du Sud.

4° ALDÉBARAN (1re grandeur), le 13 février, à 5h 30m du matin. Seconde occultation visible dans l'Amérique du Nord, l'Isthme de Panama et les États de Colombie.

MERCURE. — Cette planète est toujours dans les meilleures conditions de visibilité, le matin dans le ciel de l'Orient. Mais il faut se hâter de l'observer, car elle va bientôt s'éteindre dans les feux du Soleil Levant.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellation.
17 Janvier......	6h28m matin.	10h36m matin.	1h21m	SAGITTAIRE.
20 »	6 35 »	10 42 »	1 12	»
22 »	6 39 »	10 46 »	1 6	»
24 »	6 43 »	10 50 »	1 0	»
26 »	6 47 »	10 55 »	0 53	»
28 »	6 51 »	11 0 »	0 47	»
30 »	6 54 »	11 5 »	0 41	»

Mercure continue sa marche directe dans la constellation du Sagittaire. Le 14 janvier, il passera à 1°33′ au sud de μ et le 21 janvier, à 18′ au sud de la belle double ν. Le 30 janvier, la planète est à son aphélie.

VÉNUS. — Splendide tous les soirs. Il faut se hâter de l'observer, car elle va bientôt disparaître à nos regards pour devenir *Étoile du matin* à la fin de février.

Le 15 janvier, le diamètre de Vénus est de 41″. C'est à ce moment que la planète atteint son maximum d'éclat. Jusqu'au 13 février, les observateurs pourront la distinguer à l'œil nu, en plein jour, à partir de midi, toutes les fois que le ciel sera bien clair.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Différence Soleil.	Constellation.
17 Janvier......	2h39m soir.	8h 9m soir.	3h37m	VERSEAU.
20 »	2 30 »	8 5 »	3 28	»
23 »	2 20 »	7 59 »	3 18	»
26 »	2 9 »	7 52 »	3 6	»
29 »	1 57 »	7 43 »	2 52	»
1er Février......	1 43 »	7 31 »	2 35	»
4 »	1 28 »	7 18 »	2 17	»
7 »	1 12 »	7 3 »	1 57	»
10 »	0 54 »	6 45 »	1 34	»
13 »	0 36 »	6 27 »	1 11	»

Le 1er février, la distance de la planète à la Terre est de 46 millions de kilomètres, et au Soleil de 106 millions de kilomètres. Le 5 février, le diamètre de Vénus est de 56″, et de 60″,4 au 15 février.

MARS. — Cette planète se rapproche toujours de notre globe et devient de plus en plus intéressante à étudier.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Janvier........	9h 30m soir.	3h 57m matin.	VIERGE.
22 »	9 15 »	3 42 »	»
26 »	9 0 »	3 27 »	»
30 »	8 43 »	3 11 »	»
3 Février........	8 25 »	2 54 »	»
7 »	8 7 »	2 37 »	»
11 »	7 46 »	2 18 »	»
15 »	7 25 »	1 59 »	»

La marche de Mars est directe du 15 au 26 janvier, dans la constellation de la Vierge. A partir de ce jour, la planète rétrograde et se rapproche de l'étoile de 4e grandeur ν, au sud de laquelle elle passe, à 37′, le 14 février.

Le 1er février, Mars a un diamètre de 13″,8; sa distance à la Terre est de 118 millions de kilomètres et au Soleil de 247 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* est visible le matin, vers 5h 30m, d'abord dans Ophiuchus, puis dans le Sagittaire, entre les étoiles μ et λ de cette dernière constellation. Le 28 janvier, Cérès se trouvera à égale distance des deux étoiles. Employer une jumelle marine.

Coordonnées au 13 février : Ascension droite 18h 34m. Déclinaison 23°34′S.

Pallas continue son mouvement direct dans Ophiuchus. Le 17 janvier, elle passera à 6′ au nord de l'étoile σ et le 31 janvier à 48′ au nord de β, belle étoile de 3e grandeur auprès de laquelle il sera facile de la découvrir visible le matin.

Coordonnées au 13 février : Ascension droite 17h 57m. Déclinaison 6°43′N.

Junon est visible le matin, ainsi que les deux petites planètes précédentes, et dans le même coin du ciel, presque à égales distances de Pallas et de Cérès. Elle continue sa marche directe dans le Serpent.

Le 15 janvier, *Junon* est à 2°35′ au nord de η Ophiucus; le 23 janvier à 20′ au nord de ν Serpent et le 10 février, à 1° au nord de ο Serpent.

Coordonnées au 13 février : Ascension droite 17h 39m. Déclinaison 11°52′S.

Vesta se présente toujours dans d'excellentes conditions pour l'observation. Elle forme sensiblement le sommet d'un triangle isocèle de 4° à 5° de côté, ayant pour base les deux principales étoiles des Hyades : Aldébaran et ε Taureau. Visible à la simple vue.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Vesta.	Constellation.
20 Janvier.........	8h 38m soir.	4h 17m matin.	TAUREAU.
28 »	8 7 »	3 48 »	»
5 Février........	7 36 »	3 20 »	»
9 »	7 21 »	3 6	»
13 »	7 7 »	2 53	»

Coordonnées au 13 février 1886 : Ascension droite 4h 42m. Déclinaison 20°40′N.

JUPITER. — Cette admirable planète se montre le soir dans la constellation de la Vierge, à une faible distance des étoiles γ et η. Le 24 janvier, la planète sera occultée par la Lune.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Janvier........	10h 36m soir.	4h 34m matin.	VIERGE.
22 »	10 20 »	4 18 »	»
26 »	10 4 »	4 3 »	»
30 »	9 48 »	3 47 »	»
3 Février........	9 31 »	3 30 »	»
7 »	9 14 »	3 14 »	»
11 »	8 57 »	2 57 »	»

Le 20 janvier, Jupiter est en station; après quoi, il rétrograde et se dirige vers η Vierge. Le 1er février, son diamètre est de 38",6; sa distance à la Terre est de 710 millions de kilomètres et au Soleil de 806 millions de kilomètres.

SATURNE. — Saturne rétrograde toujours dans la constellation des Gémeaux, dans le voisinage des belles étoiles μ et η. Le 10 février, la planète est à 10° au nord de η. Elle sera deux fois en conjonction avec la Lune : le 18 janvier, à 4°8′ et le 14 février, à 4°21′ au nord du disque de notre satellite.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
17 Janvier.........	10h 25m soir.	6h 23m matin.	GÉMEAUX.
21 »	10 8 »	6 6 »	»
25 »	9 51 »	5 49 »	»
29 »	9 34 »	5 32 »	»
2 Février.........	9 18 »	5 16 »	»
6 »	9 1 »	4 59 »	»
10 »	8 45 »	4 44 »	»
14 »	8 28 »	4 27 »	»

C'est l'époque favorable pour se rendre compte, avec une bonne lunette astronomique, des remarquables anneaux de Saturne.

Le 1er février, le diamètre de Saturne est de 18",2. Sa distance à la Terre est de 1221 millions de kilomètres et au Soleil de 1336 millions de kilomètres.

URANUS. — La planète continue à rétrograder dans la constellation de la Vierge, à l'est de Jupiter et au sud des étoiles γ et η Vierge. Uranus a l'aspect d'une étoile de 6e grandeur.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
16 Janvier........	10h 55m soir.	4h 47m matin.	VIERGE.
21 »	10 35 »	4 28 »	»
26 »	10 15 »	4 8 »	»
31 »	9 55 »	3 48 »	»
5 Février.........	9 35 »	3 28 »	»
10 »	9 15 »	3 8 »	»
15 »	8 54 »	2 48 »	»

Le 1er février, la planète est à 2625 millions de kilomètres de la Terre et à 2711 millions de kilomètres du Soleil.

Coordonnées au 1er février : Ascension droite 12h 48m 48s. Déclinaison 2° 18′ S.

ÉTOILE VARIABLE. — Les minima suivants d'Algol seront observables :

16 Janvier	Diminution principale	9h 54m soir.	Minimum	11h 20m soir.
19 »	» »	6 43 »	»	8 9 »
8 Février.....	» »	8 25 »	»	9 51 »
11 »	» »	5 14 »	»	6 40 »

EUGÈNE VIMONT.

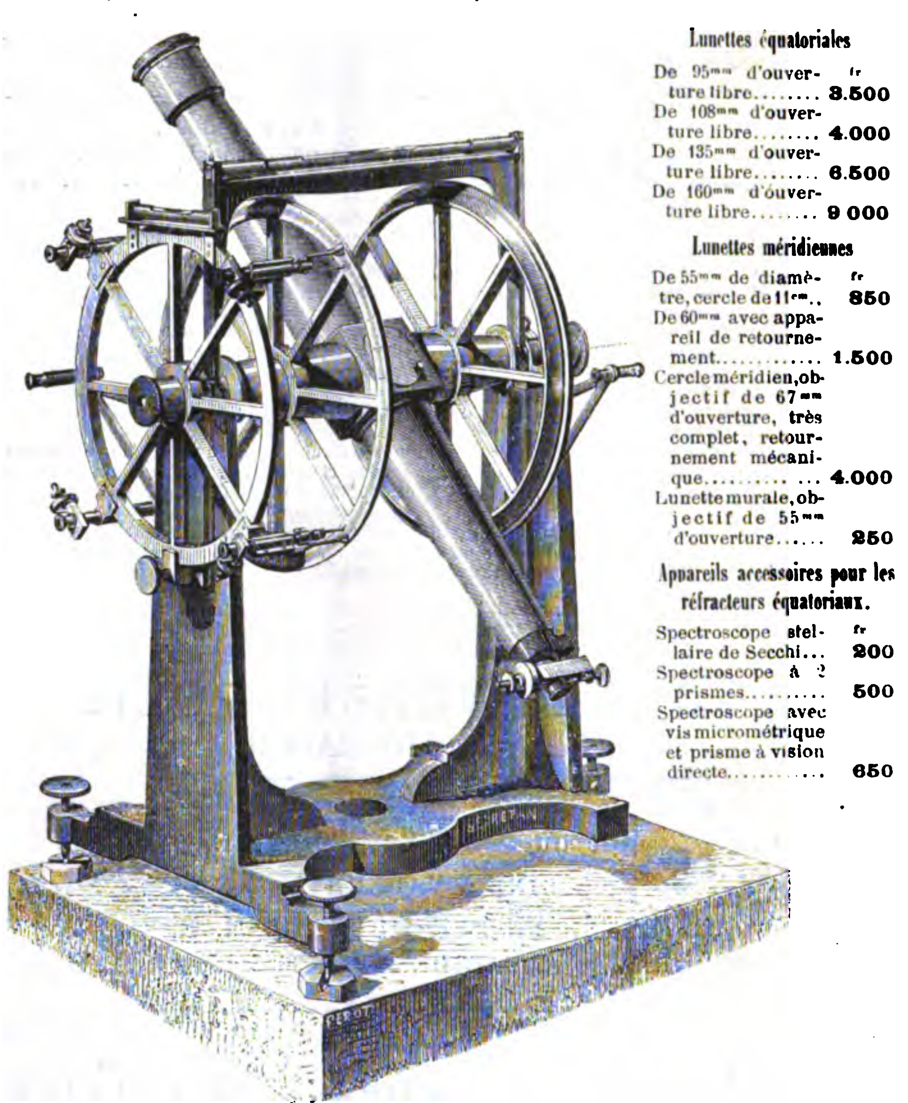
MAISON LEREBOURS ET SECRÉTAN

G. SECRÉTAN, Successeur

MAGASINS, 13, place du Pont-Neuf. — ATELIERS, 54, rue Daguerre.

Les instruments équatoriaux désignés ci-dessous sont des instruments complets, à monture très stable, avec micromètre de position, mouvement d'horlogerie isochron e, cercles divisés sur argent, divisions de calage, rappel dans le sens horaire sur la lunette, double éclairage, etc., etc.

Pour les basses latitudes, le pied en fonte de l'instrument aura la forme rectangulaire et le mouvement d'horlogerie sera logé dans le pied; pour les hautes latitudes, le pied sera en général une colonne ronde et le mouvement d'horlogerie sera adapté à l'extérieur de la colonne. — La lunette sera pourvue d'un chercheur de grande ouverture et aura au moins trois oculaires sans compter celui du micromètre et du chercheur



Lunettes équatoriales

	fr
De 95mm d'ouverture libre........	**3.500**
De 108mm d'ouverture libre........	**4.000**
De 135mm d'ouverture libre........	**6.500**
De 160mm d'ouverture libre........	**9 000**

Lunettes méridiennes

	fr
De 55mm de diamètre, cercle de 11cm..	**850**
De 60mm avec appareil de retournement.............	**1.500**
Cercle méridien, objectif de 67mm d'ouverture, très complet, retournement mécanique.......... ...	**4.000**
Lunette murale, objectif de 55mm d'ouverture......	**250**

Appareils accessoires pour les réfracteurs équatoriaux.

	fr
Spectroscope stellaire de Secchi...	**200**
Spectroscope à 2 prismes.........	**500**
Spectroscope avec vis micrométrique et prisme à vision directe...........	**650**

	fr
Spectroscope à 2 prismes en flint de 48mm, objectif de 27mm et 192mm de distance focale, lentille cylindrique achromatique, prisme de comparaison, loupe pour observer l'image sur la fente, vis micrométrique avec tambour divisé sur argent, second tambour servant à enregistrer les observations faites dans l'obscurité, arrangement pour fixer avec facilité des tubes de Geissler ou des pointes métalliques entre lesquelles on fait jaillir l'étincelle électrique, 3 oculaires.............................	**1.000**
Le même avec adjonction d'un prisme à vision directe............................	**1 100**
Chambre noire pour adapter à l'instrument et pourvue d'un obturateur instantané suivant la grandeur de l'instrument........................ 300 à	**400**
Oculaire à grand champ et faible grossissement laissant toute la lumière que la lunette comporte..................	**40**
Hélioscope........................	**300**
Oculaire à lame de verre divisée en mailles carrées de petit niveau pour prendre des mesures avec l'hélioscope.	**60**

Paris. — Imp Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 2. Février 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ETRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

AVIS IMPORTANT. — Votre abonnement ayant expiré le 31 décembre, vous êtes prié de vouloir bien, si vous ne l'avez déjà fait, en envoyer le montant à M. Gauthier-Villars, quai des Grands-Augustins, 55, à Paris. Si vous le préférez, le prix de l'abonnement sera recouvré à votre domicile et l'administration de *L'Astronomie* se considérera comme autorisée à faire présenter la quittance chez vous à partir du 31 janvier 1886. Dans ce cas, le prix de l'abonnement sera majoré de **50** centimes pour frais de recouvrement en France et de **1** franc pour l'Étranger.

SOMMAIRE DU N° 2 (FÉVRIER 1886).

Découverte d'une nébuleuse par la photographie, par MM. PAUL et PROSPER HENRY (1 figure). — **La photographie céleste à l'Observatoire de Paris,** par M. CAMILLE FLAMMARION, (7 figures). — **Les aurores boréales,** (3 figures). — **La grande pluie d'étoiles filantes,** par M. W.-F. DENNING. — **Nouvelles de la Science. Variétés :** La pluie d'étoiles filantes du 27 novembre, par M. H. Bruguière. Passage de corpuscules devant le Soleil, par J. Herschel. Occultation d'Aldébaran, du 2 septembre 1885, par M. Blot. Occultation d'Aldébaran, du 22 novembre, par M. Duprat (1 figure). Étoile nouvelle, près χ' Orion, par M. A. Riccò. Nouvelle étoile variable dans le Cygne. Le spectre de la grande nébuleuse d'Andromède. — **Observations astronomiques,** par M. E. Vimont (2 figures).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.
BERTHELOT. — Sur les signes des métaux rapprochés des signes des planètes.
YOUNG. — Les problèmes actuels de l'Astronomie.
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**

Le plan du Journal comporte une grande variété *d'articles. Chaque Numéro contient des descriptions de science populaire rédigées pour les lecteurs qui ne font pas profession de science, pour les gens du monde en général; des études plus approfondies destinées aux astronomes amateurs; et des recherches intéressant les savants curieux de pénétrer de plus en plus les grands problèmes de la nature.*

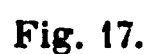
DÉCOUVERTE D'UNE NÉBULEUSE

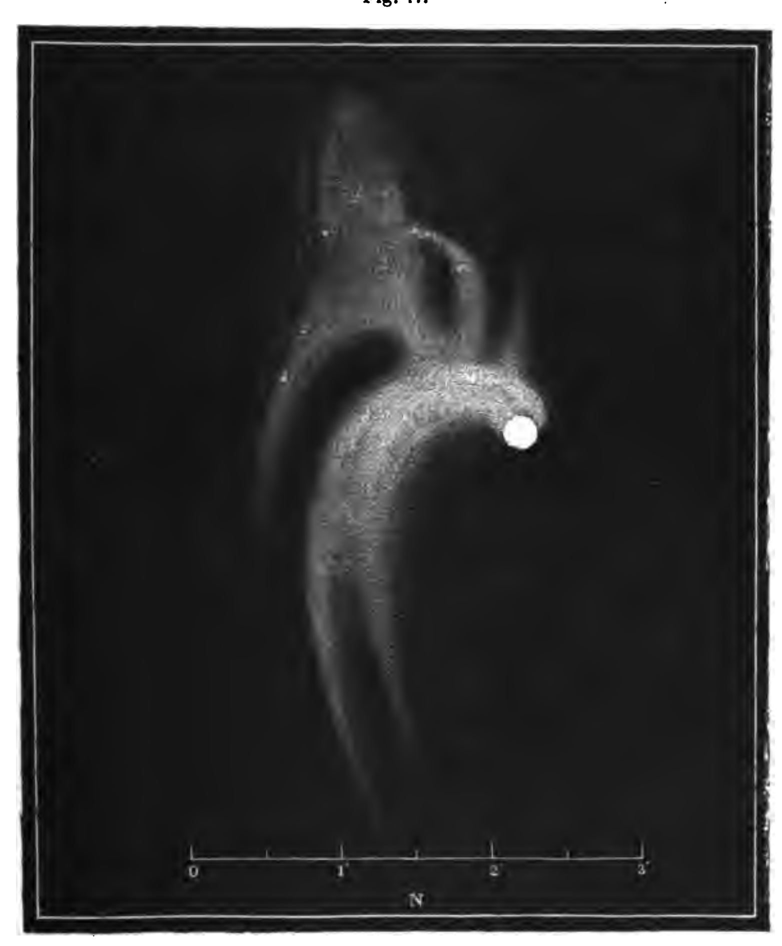
PAR LA PHOTOGRAPHIE.

Nous avons découvert, le 16 novembre dernier, à l'aide de la photographie, une nébuleuse nouvelle dans les Pléiades. Voici sa position :

Ascension droite........ $3^h 38^m 57^s$. Déclinaison.......... $+24° 1'$.

Cette nébuleuse est très intense et affecte une forme spirale bien carac-


Fig. 17.



Nébuleuse découverte par la photographie.
(Invisible dans les plus puissants instruments.)

térisée. Elle semble s'échapper de l'étoile Maïa, en se dirigeant d'abord à l'Ouest, puis se contourne brusquement vers le Nord. Son étendue est de 3′ environ.

Nous avons pu reproduire son image à quatre reprises différentes, les 16 novembre, 8 et 9 décembre et 8 janvier; mais, jusqu'à présent, il a été impossible de l'apercevoir dans nos télescopes.

Paul et Prosper Henry.

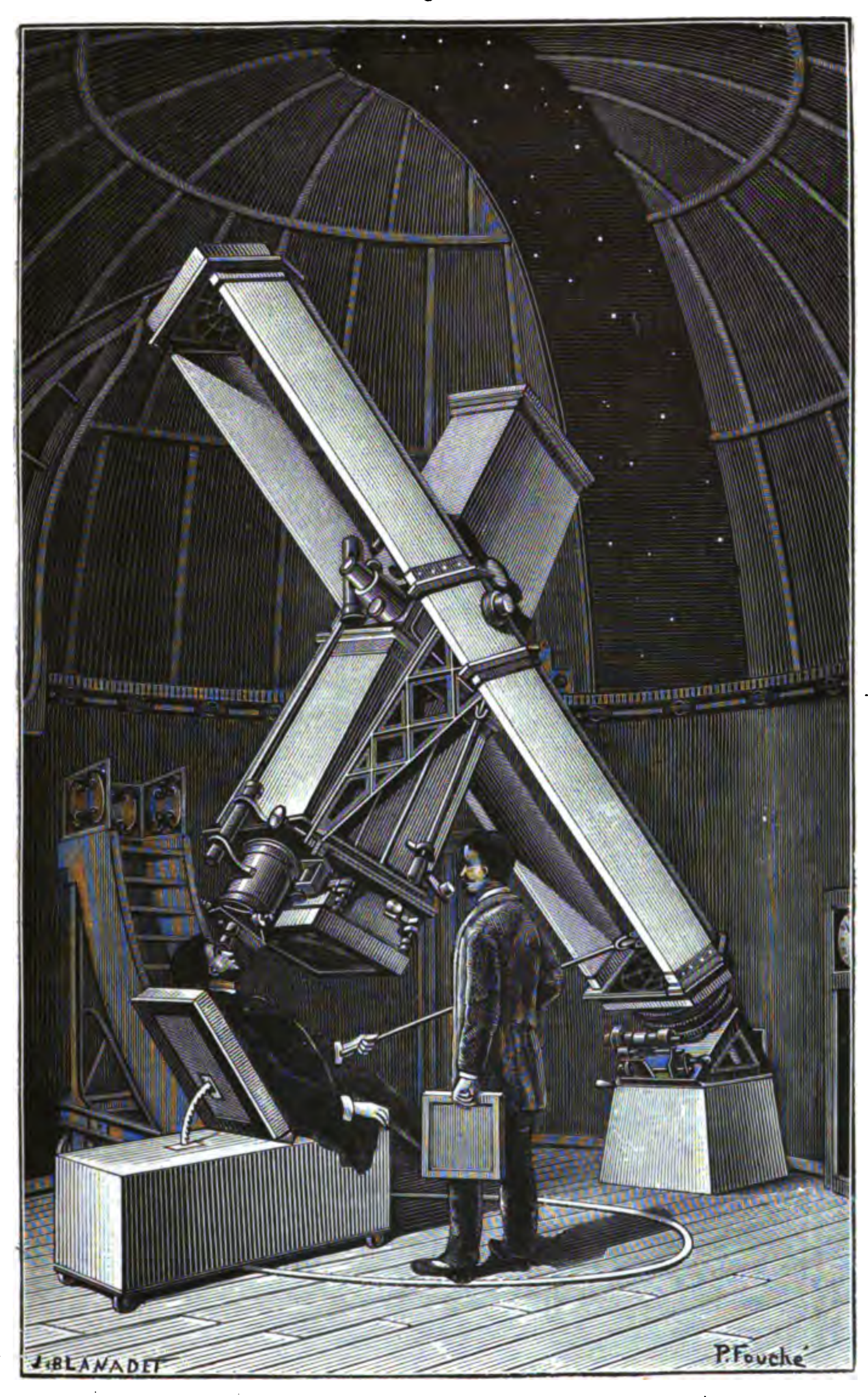
LA PHOTOGRAPHIE CÉLESTE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

La petite note que l'on vient de lire constate un nouveau progrès accompli dans l'œuvre des laborieux astronomes de l'Observatoire de Paris, progrès considérable et dont il serait impossible d'exagérer l'importance.

L'Astronomie a été la première à faire connaître le travail entrepris par MM. Paul et Prosper Henry. Dans un savant article, M. le contre-amiral Mouchez a exposé ici même (*L'Astronomie*, 1884, p. 370) les premiers résultats obtenus, la carte du ciel photographiée à l'aide d'un objectif de $0^m,16$ et le projet de construction d'un appareil spécial de $0^m,34$ de diamètre. Ce nouvel appareil a été terminé au mois de mai 1885, et les ingénieux astronomes de l'Observatoire en ont donné, ici aussi, la description détaillée (1885, juin, p. 201). Cet appareil se compose, comme on l'a vu, de deux lunettes juxtaposées, renfermées dans un tube métallique en forme de parallélipipède : l'un des objectifs, de $0^m,24$ d'ouverture et 3^m60 de distance focale, est destiné à l'observation visuelle et sert de pointeur; l'autre, de $0^m,34$ d'ouverture et 3^m43 de foyer, est achromatisé pour les rayons chimiques et sert à la photographie. A la description, que nos lecteurs peuvent revoir, nous ajoutons aujourd'hui le dessin de l'appareil (*fig.* 18).

Comme on l'a vu (p. 203), les étoiles de première grandeur se photographient en un demi-centième de seconde ($0^s,005$), celles de deuxième grandeur en un centième un tiers ($0^s,013$), celles de troisième en trois centièmes, celles de quatrième en huit centièmes, celles de cinquième en deux dixièmes de seconde, celles de sixième en une demi-seconde et celles de septième en une seconde un tiers. Mais il faut une pose de trois secondes pour les étoiles de huitième grandeur, huit pour celles de neuvième, vingt pour celles de dixième, cinquante pour celles de onzième. La durée de pose est de plus en plus longue à mesure qu'on descend dans l'ordre de l'éclat. Les faibles étoiles télescopiques de douzième grandeur demandent deux minutes pour marquer leur impression sur la plaque sensibilisée, celles de treizième grandeur cinq minutes, celles de quatorzième treize minutes, celles de quinzième trente-trois minutes, et celles de seizième une heure vingt-trois minutes! Ces étoiles sont les dernières que l'on a photographiées à l'aide de

Fig. 18.



Appareil installé à l'Observatoire de Paris pour la photographie céleste.
(Équatorial double à mouvement d'horlogerie.)

cet objectif de $0^m,34$. (Le même objectif ne montre à l'œil humain que les étoiles de quatorzième grandeur.)

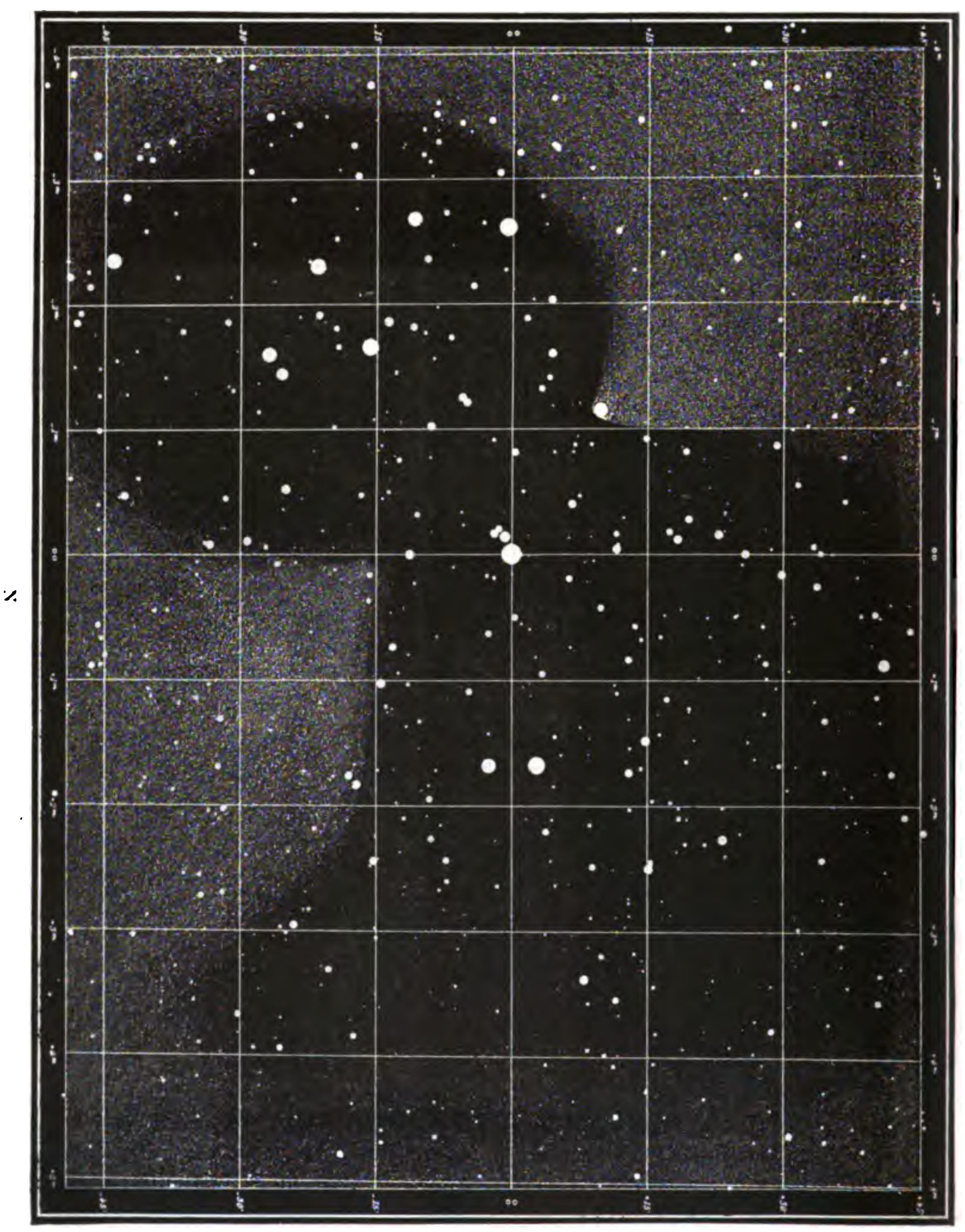


Fig. 19. — Carte des Pléiades, construite à l'Observatoire de Paris, par M. Wolf, en 1874.

Le résultat de cette longue pose fait que, pendant toute cette durée, les étoiles les plus brillantes continuent d'agir sur la plaque : elles produisent

sur cette plaque des disques circulaires bien nets, quoiqu'elles n'en aient pas elles-mêmes, et ces disques dus à la vibration qui irradie régulièrement tout autour du point frappé par la lumière (comme des ondulations dans une



Fig. 20. — Photographie des Pléiades, faite à l'Observatoire de Paris, par MM. Henry frères. (Trois poses d'une heure.)

pièce d'eau), se trouvent être en rapport avec l'intensité lumineuse de l'étoile. Le rapport n'est pas absolu, parce que les rayons chimiques qui photographient ne sont pas les mêmes que les rayons lumineux qui influencent notre rétine; mais comme les étoiles sont généralement assez blanches, faiblement colorées, le rapport reste assez exact. Les étoiles jaunes et rouges

étant moins photogéniques donnent des disques plus petits, comme déjà nous l'avons remarqué à propos d'une étoile rouge de l'amas de Persée (p. 206). MM. Henry n'ont pas encore, à notre connaissance, photographié des couples d'étoiles doubles très colorées. S'ils essayaient, par exemple, Albireo, il est certain d'avance que ce couple n'offrirait pas du tout sur le cliché l'aspect qu'il présente à la vue. On le voit composé d'un magnifique soleil jaune d'or, de 3[e] grandeur, marié à une délicieuse petite compagne bleu-azur, de 7[e]. Sur le cliché, la petite étoile viendra aussi grosse que la grande. Comme elles sont à 34″ l'une de l'autre, elles pourront sans doute donner deux images bien distinctes. La photographie prouvera en même temps que leurs couleurs sont réelles et que la bleue n'est pas due à un effet de contraste, comme il arrive dans certains couples.

Les rayons chimiques étant différents des rayons lumineux, la photographie pourrait même révéler l'existence d'astres et de créations invisibles pour l'œil humain aidé de n'importe quel télescope et n'émettant dans l'espace que des rayons ultra-violets (¹) Tel pourrait être précisément le cas de la nébuleuse qui vient d'être découverte autour de l'étoile Maïa, et que personne n'a jamais vue ni ne peut voir, si l'éclat de cette brillante étoile n'était la cause probable de l'invisibilité de la nébuleuse éclipsée dans ses rayons. Nous disons la cause *probable*. Il n'est pas certain, en effet, que cet éclat suffise réellement pour effacer celui de la nébuleuse, d'autant plus que celui de Mérope n'efface pas la nébulosité légère qui environne cette étoile. La nouvelle nébuleuse découverte par la photographie autour de l'étoile Maïa semble s'échapper de ce lointain soleil comme une éruption fantastique : elle mesure des centaines de millions de lieues de longueur.

Voici (*fig.* 20) une reproduction par l'héliogravure de la *photographie directe* des Pléiades qui vient d'être faite à l'Observatoire. On voit autour de Maïa la nébuleuse représentée agrandie (*fig.* 17); cette nébuleuse est si photogénique qu'elle donnait d'abord une image aussi blanche que celle de l'étoile et ne s'en séparait pas, de sorte qu'au lieu d'une étoile ronde, on avait une tache informe qu'il a fallu interpréter.

Cette carte photographique des Pléiades est tout simplement admirable. Plus on l'examine, plus on l'apprécie. C'est pour la première fois depuis le

(¹) Il y a longtemps (1869) que nous avons émis cette idée pour la première fois; il y a bien plus longtemps encore que M. Becquerel a photographié les rayons chimiques invisibles (*Voir* son ouvrage sur *La Lumière*, Paris, 1867). Mais c'est la première fois que la photographie stellaire peut avoir *réalisé* ce fait physique si curieux.

Les *fig.* 19 et 20 montrent les Pléiades dans le sens dans lequel on les voit à l'œil nu, c'est-à-dire le Nord en haut. La *fig.* 17 est renversée, comme dans les lunettes astronomiques.

commencement du monde, que la nature céleste est saisie et fixée par l'homme en un monument impérissable. Nous avons publié dans *Les Étoiles* l'histoire aussi singulière qu'énigmatique de l'observation des Pléïades, depuis Job, Aratus, Ovide, Ptolémée, Sûfi, Ulugh Beigh, Copernic, Tycho-Brahé, jusqu'à nos jours, et l'on a vu quelle cacophonie de figures en est résultée (p. 289 à 306). C'est à n'y pas croire. Désormais, le document authentique donné par le ciel lui-même restera comme base d'opération absolument sûre ([1]).

Afin d'identifier sans peine les étoiles principales de ce groupe célèbre, nous donnons la petite carte ci-dessous (*fig.* 21). Les grandeurs sont :

Alcyone......................	3,0
Électre......................	4,5
Atlas........................	4,6
Maïa.........................	5,0
Mérope.......................	5,5
Taygète......................	5,8
Pléione......................	6,3
Celæno.......................	6,5
Astérope (les deux réunies)...	6,8

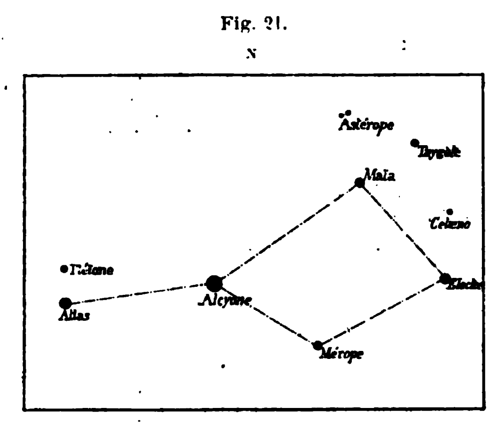
Les autres sont de 7e, 8e, 9e grandeurs... jusqu'à la 16e. Le cliché photographique renferme plus d'un millier d'étoiles. C'est là, nous le répétons, un document donné par la nature elle-même et d'une authenticité supérieure à tous les précédents ; quoique ceux-ci soient dus à des mesures laborieuses, tandis que la photographie donne en une heure un résultat qui exigeait plusieurs mois d'observations. Il est à la fois plus simple et meilleur. Les mouvements relatifs des étoiles qui composent cet univers lointain sont régis par des lois mystérieuses : si nous avions, depuis Cassini, des photographies semblables à celles-ci échelonnées de cinquante en cinquante ans, nous distinguerions déjà avec certitude les mouvements principaux qui régissent cet archipel d'îles flottantes. Quel précieux document pour les âges futurs ! Une ère nouvelle s'ouvre en ce moment pour la connaissance de l'univers sidé-

([1]) Ces photographies sont encore inédites. Que les auteurs et le Directeur de l'Observatoire veuillent bien recevoir l'expression de nos sincères remerciements pour l'autorisation qu'ils nous ont donnée d'offrir cette primeur à nos lecteurs. Ils savent que *L'Astronomie* a pour mission de mettre en évidence tous les travaux sérieux et de répandre sur le monde les conquêtes de la plus belle des Sciences. Affranchie de tous liens officiels, dégagée de toutes camaraderies comme de toutes rivalités mesquines, la *Revue* proclame le progrès, pour la plus grande gloire des travailleurs, des chercheurs et des véritables savants, et pour le libre et graduel avancement des connaissances humaines. Depuis l'avènement de M. le contre-amiral Mouchez, l'Observatoire de Paris est entré dans une voie d'activité féconde dont nous tiendrons toujours à honneur d'être les premiers à signaler les témoignages.

ral. On peut dire que l'Astronomie est désormais simplifiée et transformée. L'année 1885 restera inscrite en lettres d'or dans les Annales de l'Astronomie, et les noms de Paul et Prosper Henry sont immortellement gravés dans l'histoire du progrès de la plus sublime des Sciences.

Il semble que la destinée ait réservé aux Pléiades d'être un nid de mystères pour les astronomes. La nébuleuse nouvelle n'est pas l'un des moindres.

Fig. 21.



Noms donnés aux Pléiades.

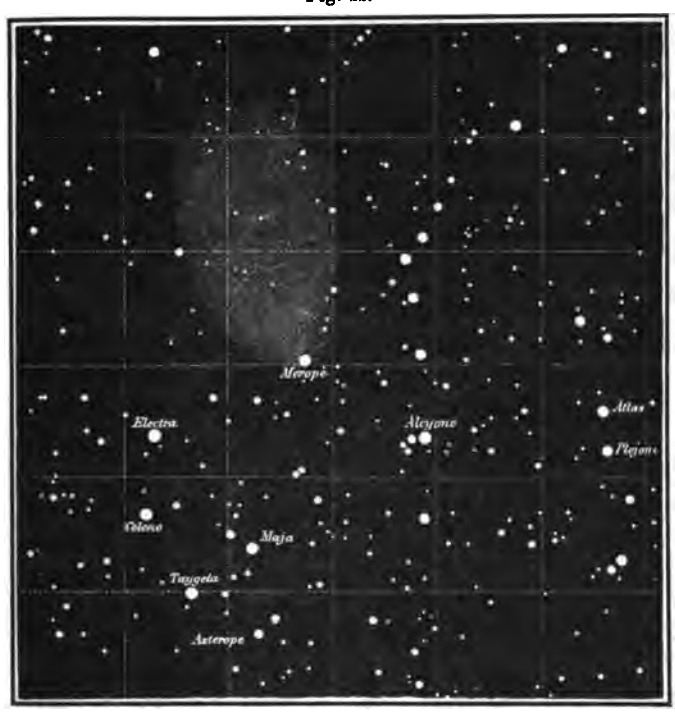
Mais qu'est donc devenue celle de Mérope? Nous avons trouvé l'année dernière, à la bibliothèque de la Société scientifique Flammarion de Marseille, la carte que nous reproduisons ci-dessous (*fig.* 22) due à l'un de ses membres les plus éminents, à M. Tempel, qui, pendant bien des années, illustra par ses découvertes l'antique cité maritime, et qui est aujourd'hui directeur de l'Observatoire de Florence. M. Tempel découvrit cette nébuleuse en 1859. Il rapporte dans la notice que nous avons sous les yeux qu'il la remarqua pour la première fois le 23 octobre 1859 (à Venise) en dirigeant sur les Pléiades une lunette de Steinheil de quatre pouces « grande et brillante nébuleuse, dit-il, qu'au premier coup d'œil je pris pour une comète; mais je me convainquis le soir suivant de son immobilité. » En 1860, il l'examina à Marseille, à plusieurs reprises, et en fit le dessin reproduit ici. Lunette de 4 pouces, oculaire grossissant 24 fois.

Cette nébuleuse est variable. Julius Schmidt, d'Athènes, déclare ne l'avoir jamais vue de 1844 à 1861, bien qu'il ait souvent observé le groupe avec soin. Il l'a aperçue pour la première fois le 5 février 1861, par un ciel extraordinairement pur et calme. Elle était grande, très faible et sans figure bien déterminée. Il en donne les limites approchées, qui lui assignent la forme d'un triangle dont Mérope occupe le sommet aigu.

Chacornac l'a observée à l'Observatoire de Paris le 16 septembre 1862. Plusieurs observateurs l'ont constatée, notamment Webb en 1863 (plus faible

en 1865). Elle est, comme toutes les faibles nébuleuses ou comètes d'ailleurs, beaucoup plus facile à reconnaître dans les petits instruments que dans les grands. Certains yeux n'ont jamais pu la voir, par exemple ceux de l'habile observateur Burnham. Mais ce qu'il y a d'incontestable, c'est qu'elle ne se présente aujourd'hui à personne sous l'aspect dessiné par M. Tempel à la

Fig. 22.



Dessin original de la nébuleuse de Mérope, fait en 1860 à Marseille, par M. Tempel.
(Image renversée.)

fig. 22 et reconnu par Schmidt. Notre ami regretté, Goldschmidt, croyait qu'elle enveloppait les Pléiades tout entières. Sur le cliché photographique elle n'offre point du tout cet aspect.

Dans la carte des Pléiades, publiée par Jeaurat, en 1779, il y a une nébuleuse marquée à 20′ environ au nord d'Atlas (voy. *Les Étoiles*, p. 301). Cette nébuleuse a été observée par Goldschmidt comme condensation de la nébulosité vague par laquelle il voyait les Pléiades environnées, et M. Wolf l'a dessinée sur sa carte. La photographie n'en indique aucune trace. Elle semble évanouie. (Sur la carte de Jeaurat, l'étoile 48 est trop haute, évidemment par erreur, car Tempel en 1860, Wolf en 1874 et Henry en 1885, donnent les mêmes positions pour ce couple.)

Du reste, il est du plus haut intérêt pour nous d'étudier cette belle photo-

graphie des Pléiades et d'apprécier sa valeur astronomique. Nous profiterons de cette heureuse circonstance pour offrir à nos lecteurs, en même temps que cette photographie, la carte construite en 1874 à l'Observatoire de Paris, par M. Wolf (équatorial de 0^m31). Nos lecteurs pourront de la sorte comparer les deux documents, reconnaître leur similitude et leurs différences.

Nous avons voulu nous-même faire minutieusement la comparaison des 571 étoiles de la carte de 1874 avec la photographie de 1885, afin de savoir si des changements sensibles se seraient produits dans cet intervalle d'environ douze années. (Les observations de M. Wolf, faites de 1873 à 1875, sont réduites au 1er janvier 1874, et la photographie est du mois de décembre 1885.) Voici le résultat de cet examen :

1° Un certain nombre d'étoiles de la carte de 1874 (une cinquantaine au moins) ne sont pas de même éclat sur les deux documents : la valeur photogénique peut expliquer une partie de ces différences; mais plusieurs sont dues à des erreurs d'estimation de la part de l'observateur de 1874.

2° Plusieurs étoiles de la carte de 1874 (une dizaine) n'existent pas sur la photographie. Comme ces étoiles sont, en général, de douzième grandeur et que la photographie a inscrit jusqu'aux étoiles de seizième, trois explications sont en présence : quelques-unes de ces étoiles peuvent avoir réellement disparu (on pourra le vérifier par l'observation directe); d'autres peuvent être rouges et ne pas s'inscrire sur le cliché (mais, en fait, il n'y en a qu'une); d'autres encore peuvent résulter d'observations erronées de la part de M. Wolf. L'une de ces étoiles, de dixième grandeur, par — $3^m 54^s$ et — 29′, paraît remplacée sur la photographie par deux minuscules de quinzième grandeur.]

3° Une étoile de dixième à onzième grandeur, visible sur la photographie, au-dessous de Mérope, n'existe pas sur la carte de 1874. Il est difficile d'admettre que ce soit l'éclat de Mérope qui ait empêché de la voir, parce que, d'une part, l'éclat d'Alcyone, quoique plus brillant, n'a pas empêché de voir dans son voisinage une étoile plus petite et plus proche, ni celui de Taygète un compagnon beaucoup plus proche, et parce que, d'autre part, le voisinage immédiat de Mérope a été l'objet d'une attention spéciale à cause de la nébulosité légère qui l'environne, et que ladite étoile est absente de la carte de M. Tempel comme de celle de M. Wolf. Il est donc probable que cette étoile est variable, a augmenté d'éclat. On remarque à l'ouest de Celæno une petite étoile dont l'absence ancienne peut être expliquée par l'éclat de Celæno.

4° On constate des différences de position très sensibles sur un grand nombre de petites étoiles. En voici quelques-unes avec l'indication du sens de la différence.

N° DU CATALOGUE DE 1874.	GRANDEUR.	POSITION.		SENS DU DÉPLACEMENT.
21	14	— 3m29s	— 7',7	vers le N-N-E.
31	13	— 3 22	— 2 45	vers le N-N-E.
75	11	— 2 21	— 49 4	vers le N.
85	14	— 2 10	— 2 2	vers le N-N-E.
118	12	— 1 37	+ 31 7	vers le N-N-O.
153	12	— 1 1	+ 32 5	vers le N.
178	14	— 0 39	+ 17 1	vers le N.
199	12	— 0 14	— 5 3	vers le N-N-E.
200	14	— 0 13	+ 24 1	vers le N.
232	12	+ 0 5	+ 25 4	vers le S.
236	12	+ 0 10	— 34 9	vers le N.
242	13	+ 0 13	— 34 3	vers le N.
254	11,5	— 0 27	— 39 5	vers E.
263	12	+ 0 30	+ 40 4	vers le N-N-E.
283	11,5	+ 0 48	+ 27 2	vers E.
284	10,5	+ 0 48	— 45 0	vers le S.
297	12	+ 0 57	— 46 8	vers le S.
301	12	+ 1 2	— 10 3	vers le S.
316	11	+ 1 11	— 35 0	(Carte et Catal. non concordants.)
320	13	+ 1 13	— 13 3	vers le N.
344	12	+ 1 36	+ 5 4	vers E.
364	12	+ 1 46	— 19 3	vers le S.
381	11,5	+ 2 1	+ 18 4	vers O.
390	12	+ 2 6	+ 4 2	vers le N.
395	12	+ 2 7	— 18 3	vers le N-N-E.
396	12	+ 2 7	+ 37 9	vers E.
413	11	+ 2 24	+ 23 5	vers O (4 obs.).
414	12	+ 2 24	— 29 4	vers le N-E.
419	12	+ 2 28	— 15 7	vers le N-E.
435	13	+ 2 44	+ 12 8	vers E.
478	12	+ 3 26	— 46 3	vers le S.

Est-il admissible que ces trente et une différences de positions soient toutes dues à des erreurs de M. Wolf? Sans doute, ce sont là de toutes petites étoiles; mais si l'on réfléchit que le savant auteur a consacré trois années à ce travail si minutieux, et que son but a été de léguer aux astronomes de l'avenir un document authentique et absolument exact, il paraît difficile d'admettre une telle explication. Les différences relevées sont telles, en effet, qu'elles se manifestent immédiatement par la configuration des alignements. Tout d'abord, en voyant un grand nombre de déplacements dans la direction du Nord, on pourrait penser que, le mouvement propre du groupe des Pléiades étant, comme tout le monde le sait, dirigé vers le Sud-Sud-Est, ces petites étoiles n'appartiennent pas au groupe, sont fixes au fond de l'infini, et que les Pléiades glissent devant. Mais, en comptant bien, on ne trouve que dix-sept mouvements dirigés plus ou moins vers le Nord (sur trente et un cas), ce qui est une faible majorité. D'autre part, on peut voir dans *Les Étoiles* (p. 304)

que la valeur de ces mouvements propres s'élève, au maximum, à environ 8″ d'arc de grand cercle pour un siècle : à l'échelle de la carte, ce serait absolument insensible pour douze ans, et d'ailleurs les différences dépassent souvent plus d'une minute. Ce n'est donc pas là un résultat du mouvement des Pléiades dans l'espace (dû en majeure partie lui-même à la perspective causée par la translation du système solaire vers la constellation d'Hercule). Les différences que nous venons de signaler seraient-elles dues à des mouvements rapides, propres ou relatifs? Par exemple, l'étoile 413 est indiquée par M. Wolf comme ayant été *observée quatre fois* : or, au lieu d'être de $8^s,6$ à l'est de sa voisine de septième grandeur, elle n'en est réellement qu'à $6^s,6$ environ. La différence est de deux secondes de temps, quand la précision est portée au dixième de seconde sur le catalogue. Deux secondes de temps, environ 30″ d'arc pour douze ans, soit 2″,5 par an. Ce n'est pas impossible : il y a des cas analogues dans le ciel; mais c'est bien douteux.

Nous savons que des mouvements relatifs peuvent être assez rapides dans les angles de position comme dans les distances des groupes de perspective. La carte des Pléiades renferme plusieurs couples plus ou moins écartés, dont la direction est tout autre que sur la photographie. Exemples :

			Angle.	
Nos.	Grandeurs.	Positions.	1874.	1885.
256 — 263	9,5 et 12	$+0^m28^s$ et $+40'$	143° ±	116° ±
239 — 241	11 et 11	+ 0 11 et — 2,4	165 ±	177 ±
94 — 93	10 et 10,5	— 2 1 et + 38	185 ±	210 ±
219 — 218	8,5 et 11	— 0 4 et — 33	350 ±	308 ±
228 — 231	12 et 14	+ 0 4 et + 9	4 ±	35 ±

A propos d'étoiles doubles, remarquons encore, par -1^m14^s et $-5'$ un couple de deux étoiles de 8e grandeur. La plus boréale de ces deux étoiles s'est révélée double par la photographie; mais M. Wolf ne l'avait pas reconnue. C'est le groupe 536 de Burnham. L'angle des deux composantes principales est 302° et la distance 36″,7; l'angle du couple serré est 11° et la distance 18″; la petite étoile est de 12e grandeur. (La première des deux étoiles principales est double elle-même (8, 3 — 9, 7 ; 336° et 0″44) [1].

[1] Les distances angulaires des étoiles doubles permettent d'apprécier les disques photographiques. Ainsi le compagnon occidental d'Alcyone étant à 117″, le diamètre photographique d'Alcyone (3e gr.) paraît être de 130″ et celui de sa voisine (7e gr.) de 72″; le compagnon (9,7) de Taygète (5,8) étant à 66″ et l'étoile s'étendant jusqu'à lui paraît mesurer environ 120″. Burnham 536 donne pour la 8e grandeur 36″ et pour $8\frac{1}{2}$ 30″; mais l'étoile double Σ 449 (-0^m4^s et — 33′) donne pour cette même grandeur ($8\frac{1}{2}$) au plus 14″ puisque le compagnon de 11e n'est qu'à 6″,9, et pourtant les deux disques sont à peu près égaux; dans Σ 450 (-0^m4^s et + 11′) le compagnon, de 10e, à 5″,7, est recouvert par le disque de l'étoile principale (8e) qui a certainement plus de 12″, etc., etc. Il y aura là d'intéressantes vérifications à faire. — Il va sans dire qui pour une moindre pose ces disques seraient beaucoup plus petits.

Fig. 23.



Photographie d'une région du ciel de la constellation du Cygne. (Trois poses d'une heure.)

Æ = $19^h 55^m$. D.P. = 52° 15'.

Reproduction par l'héliogravure, sans aucune retouche.

Nous aurions encore bien d'autres divergences à signaler. La conclusion saute aux yeux de tous nos lecteurs. Si, au lieu des observations de M. Wolf, nous avions une photographie de la même date, ce document impersonnel ne laisserait aucune prise aux incertitudes. Les déplacements offerts par la comparaison seraient des déplacements véritables. On voit donc combien nous sommes autorisés à proclamer que la photographie ouvre une ère nouvelle dans l'œuvre toujours progressive de la plus belle des Sciences. Elle supprime pour ainsi dire les erreurs inhérentes à l'imperfection de nos sens et de notre être tout entier, annule les équations personnelles, et fixe pour les siècles futurs l'image changeante de la configuration de l'univers. De siècle en siècle, les astronomes posséderont désormais l'état exact du ciel pour des époques déterminées. On pourra recourir en pleine confiance aux documents anciens et les comparer aux nouveaux pour l'analyse scrupuleuse des mouvements qui se révéleront. Nul prophète ne pourrait encore prévoir la grandeur des résultats qui seront obtenus par une telle transformation des méthodes astronomiques.

Et ce n'est là rien encore. Contemplons un instant, non plus seulement un groupe d'étoiles, même aussi opulent que celui des Pléiades, mais une vue profonde de l'univers sidéral, prise directement sur l'infini, telle que la présente la photographie reproduite ici par l'héliogravure (*fig.* 23) sans aucune intervention de la main humaine. Réfléchissons qu'il y a dans ce carré pris sur le ciel (4°) environ trois mille étoiles, et que la plaque entière, beaucoup plus grande ($0^m,26$ sur $0^m,23$ et 7° en surface) en renferme plus de cinq mille, autant qu'on en voit à l'œil nu dans le ciel entier ; que chacun de ces points lumineux est un soleil lancé dans l'immensité sans bornes, emportant avec lui les destinées mystérieuses qui lui sont confiées ; que tout cela marche, fourmillement d'atomes, dans l'infini, mais atomes de la dimension de notre soleil, doués de puissances, d'énergies, de lumière, de chaleur, de rayonnements prodigieux, et voguant dans le ciel avec une telle vitesse que la marche de nos boulets de canon, de nos projectiles les plus rapides n'est que repos, immobilité, en comparaison. La loi suprême de l'attraction universelle, à laquelle la plus pauvre planète, le plus misérable satellite, l'uranolithe lui-même perdu dans l'espace, la comète impondérable qui flotte dans l'oubli, et la minuscule étoile filante elle-même ne sauraient se soustraire, emporte tout dans le tourbillon immense. Qui pourrait surprendre ces millions d'astres précipités dans l'abîme universel ? En s'arrêtant à la quatorzième grandeur seulement, le nombre de ces quatorze premières grandeurs d'étoiles dépasse déjà quarante millions pour l'ensemble du ciel ! Comment les connaître, comment les compter, comment les suivre ? Herschel, le grand Herschel, Lalande, Argelander, tous ces poètes de l'infini-

ment grand y ont épuisé leur vie sans y parvenir. Tous les astronomes du monde se mettraient d'un commun accord au même travail, qu'ils seraient tous morts avant de l'avoir pour ainsi dire commencé. Car la vérification serait plus longue que le pointage, et encore le document ne serait-il ni authentique ni absolu.

Eh bien! voilà l'œuvre que la photographie peut accomplir. Et elle peut le faire tout de suite, immédiatement, avant la fin du siècle. Une photographie telle que celle qui est reproduite *fig.* 23, qui représente environ 4° de surface, peut être obtenue en un quart d'heure, si l'on ne veut fixer que les quatorze premières grandeurs d'étoiles. Le même résultat demanderait six mois à un astronome actif, et ne serait jamais aussi sûr. Si les divers observatoires disséminés sur le tour de notre planète comprennent l'intérêt d'une telle œuvre et savent s'entendre pour la réaliser, en quelques années, nous pouvons avoir une carte complète du ciel contenant quarante millions d'étoiles! Le point capital est de faire toutes les cartes de cet atlas *à la même échelle*. Six mille photographies de la même dimension que celles qui sont actuellement obtenues à l'Observatoire de Paris comprendraient le ciel entier. Nous léguerions ainsi à la postérité l'état authentique de l'univers visible de la Terre à la fin du XIXe siècle.

Il faut que notre siècle sache léguer ce monument impérissable à nos successeurs des générations futures.

Et n'oublions pas que ces photographies stellaires ont été obtenues sous le ciel de Paris, dont la transparence est loin d'être parfaite. Que serait-ce sous le ciel des tropiques! En donnant à la plaque une pose assez longue, on aurait sous les yeux une *poussière lumineuse*... dont chaque grain serait un soleil!

Certes, nous n'ignorons pas que des astronomes attardés sur les rives du passé, imprégnés du puéril sentiment de leur haute personnalité, s'imaginent que leurs idées accoutumées sont les seules qui possèdent quelque valeur et demeurent aveugles sur la splendeur de l'ère nouvelle annoncée par ces beaux travaux. Nous savons même, nous auquel aboutissent comme sur un miroir généralement discret les observations et les idées émanées des points les plus lointains de la planète, qu'un très officiel savant russe, fils et successeur d'un illustre astronome, n'a d'abord voulu croire ni à la valeur, ni à l'authenticité de ces photographies. Nous en avons vu bien d'autres! Mais de même que les iguanodons de l'époque secondaire ont fait place aux simiens de l'époque tertiaire, et de même que l'humanité poursuit aujourd'hui son essor sans regret du passé, ainsi les chercheurs indépendants, les vrais amis de la vérité, doivent s'unir sans inquiétude, et en toute liberté d'action, pour appliquer sans retard une méthode à la fois si simple et si féconde à la

réalisation de ce progrès splendide : l'inscription absolue, authentique, de l'état actuel du ciel sidéral. Ensuite pourront être résolus les grands et formidables problèmes de l'architecture des cieux et de la vie stellaire.

L'Observatoire de Paris est prêt. Que deux ou trois observatoires français unissent leurs actions à la sienne, surtout ceux de Nice et d'Alger, si bien préparés par leur situation même. Nous savons déjà que, grâce à l'initiative éclairée de l'empereur du Brésil, l'Observatoire de Rio Janeiro va être incessamment pourvu d'un appareil analogue à celui de notre Observatoire. L'Angleterre ne manque pas d'astronomes ardents et dévoués qui voudront entrer dans le concert de cette œuvre si importante. Les États-Unis ne res-

Fig. 24.



Photographie directe de Saturne. (Durée de pose : 5 minutes.)
(Reproduction par l'héliogravure, sans aucune retouche.)

teront pas en arrière. *Que l'on s'entende!* Que l'on se partage le ciel, que toutes les cartes, faites à la même échelle et par des procédés identiques, s'adaptent toutes l'une avec l'autre en empiétant un peu l'une sur l'autre, et notre siècle léguera au vingtième son plus précieux héritage en Astronomie stellaire.

La photographie astronomique nous présage encore de nouvelles conquêtes en Astronomie planétaire. Voici, par exemple (*fig.* 24), la reproduction directe par l'héliogravure d'une photographie de Saturne obtenue à l'aide de l'appareil décrit plus haut, en une pose de cinq minutes. Ce petit tableau s'est directement construit de lui-même par un agrandissement de 11 fois sur l'image qui se forme au foyer de l'oculaire, (ce qui équivaut à un oculaire grossissant de cinq à six cent fois, suivant les vues). — Notre reproduction est un agrandissement de trois fois du cliché même. — La planète, les anneaux, l'intervalle qui les sépare du globe, ont fixé leur aspect avec une grande netteté. L'anneau extérieur est peu photogénique, ainsi que le pôle de la planète : ces régions sont un peu jaunes. On aperçoit à la loupe, sur le cliché, l'anneau transparent intérieur. Cette pâle planète, située à trois cents millions de lieues d'ici et qui ne brille que par la lumière de notre Soleil, réflé-

chie d'une telle distance, photographie fidèlement son image, comme le modèle qui, dans l'atelier du photographe, n'est qu'à quelques mètres de distance de l'appareil, et comme les étoiles de l'immensité situées à des milliards de milliards de lieues... Qui pourrait aussi prévoir ce que cette nouvelle ère de recherches révélera sur la constitution physique des autres mondes, et peut-être sur l'état actuel de la vie à la surface de nos plus proches voisins!

Nous sommes incontestablement l'interprète de nos lecteurs du monde entier en félicitant publiquement et chaleureusement ici les laborieux astronomes et artistes de l'Observatoire de Paris des nouveaux succès qu'ils viennent d'obtenir. On nous assurait récemment que, parmi ces lecteurs, nous avons le grand honneur de compter M. le Ministre de l'Instruction publique. Sait-il que MM. Paul et Prosper Henry, auxquels la Science est redevable de ces admirables travaux — et de tant d'autres — ne sont pas encore chevaliers de la Légion d'honneur?

CAMILLE FLAMMARION.

LES AURORES BORÉALES [1].

I. — HISTORIQUE.

Les aurores polaires, que l'on désigne plus généralement sous les noms d'aurores boréales ou australes, suivant l'hémisphère où on les observe, constituent le plus beau, mais en même temps le plus mystérieux de tous les phénomènes optiques que nous offre la nature. Tandis que, par leurs apparitions imprévues, par leurs mouvements rapides, par leurs formes variées à l'infini, les aurores ont de tout temps attiré vivement l'attention de la foule, leur nature problématique et les relations qui semblent les rattacher au magnétisme terrestre et même à des phénomènes cosmiques comme les taches du Soleil, en font un sujet des plus intéressants pour les études des météorologistes et des physiciens.

Les trois ouvrages fondamentaux que nous prendrons principalement pour guides sont :

[1] D'après M. A. Angot. Ce savant météorologiste vient de faire une étude spéciale de ce grand sujet, encore si mystérieux, et de publier une série de remarquables articles sur les aurores polaires, leur origine, leurs rapports avec le magnétisme terrestre, en s'appuyant sur les observations de tous les pays et de toutes les époques. Il a bien voulu autoriser l'un de nos collaborateurs à résumer ici ce grand travail à l'intention des lecteurs de *L'Astronomie*. Des figures dessinées avec précision et gravées avec le plus grand soin illustreront la description de ces beaux phénomènes, dont la *Revue* n'avait pas encore pu s'occuper jusqu'à présent.

1° *Le Traité physique et historique de l'aurore boréale* publié en 1733, par de Mairan, dans les *Mémoires* de l'Académie des Sciences;

2° Le volume intitulé *Aurores boréales*, dans la collection des Voyages de la commission scientifique du Nord, sur la corvette *La Recherche;* ce volume contient toutes les observations d'aurores boréales effectuées à Bossekop, en Laponie, pendant l'hiver 1838-1839, par Bravais, Lottin, Lilbrehook et Siljestrœm, avec de magnifiques planches;

3° Enfin un ouvrage (*das Polarlicht*), publié dernièrement à Zurich, par M. Hermann Fritz, et qui est le plus complet qui ait paru jusqu'à ce jour sur cette matière.

Malgré la rareté du phénomène dans les régions méridionales, elles ont été cependant connues des anciens. Aristote en parle dans sa *Météorologie*, Cicéron et Pline les mentionnent; et Sénèque dans ses *Questions naturelles* en donne une description très exacte; ce qui prouve que les savants de cette époque observaient beaucoup mieux que ne le firent leurs successeurs quelques siècles plus tard.

Grégoire de Tours a donné une description exacte d'une aurore boréale observée en 585; c'est la première fois que se trouve signalée une apparence sur laquelle on reviendra souvent, la Couronne.

Plus tard, dans le moyen âge, l'obscurité scientifique était si complète que, la naïveté et la superstition aidant, les astrologues avaient fini par y voir des lances, des épées sanglantes, des têtes tranchées, etc., etc. C'était, disait-on, l'annonce des plus grands malheurs, et les historiens racontent qu'à leur aspect, les hommes tombaient en syncope tandis que d'autres devenaient fous. Pour les anciens Normands, « les Walkyries traversaient l'espace sur leurs sombres coursiers; » on peut lire des idées analogues dans Tacite, et dans certains passages de l'Edda.

Ces terreurs superstitieuses durèrent jusqu'au XVIIe siècle. Dans sa lettre intitulée « De la crédulité », La Motte Le Vayer proteste contre la description faite par Bapt. Le Grain parle, dans sa décade de Louis le juste, d'une aurore boréale observée par lui en 1615 le 26 octobre, et dans laquelle il vit au ciel des hommes de feu combattant ensemble, et qui devaient pronostiquer la fureur des guerres qui devaient suivre.

C'est vers cette époque, avec les observations de Gassendi, plus tard avec celles de Cassini, de Rœmer, etc., que les aurores boréales cessèrent d'être considérées en France, dans les classes éclairées toutefois, comme l'annonce des plus grandes calamités. Il est bien possible que, dans les campagnes, cette superstition ait persisté, surtout quand ces phénomènes viennent à coïncider avec quelque grand événement, par exemple comme en 1870, où l'on pût observer les 24 et 25 octobre deux aurores boréales si remarquables.

Un auteur, quelque Normand habitant une des parties les plus septentrionales de la Norwège, a, dans « le Miroir du Roi » qui fut composé vers la fin du XIIe siècle, décrit les aurores boréales, et a émis une opinion qui a dans la suite été partagée par plusieurs savants. L'auteur se demande si l'aurore boréale ne serait pas simplement un effet de réflexion de la lumière solaire, ou même encore si elle ne serait pas produite par la glace qui rayonnerait pendant la nuit la chaleur qu'elle aurait absorbée pendant le jour.

C'est Gassendi qui, pour la première fois en 1621, désigne ces phénomènes par le nom d'aurores boréales, qui a été depuis adopté. Avant le XVIIe siècle et même pendant le XVIIIe, comme on ne connaissait pas d'observations d'aurores faites dans l'hémisphère Sud, on appelait « aurores boréales » celles que l'on apercevait dans la partie septentrionale du ciel et « aurores australes » celles qui apparaissaient dans la partie méridionale, en supposant toujours l'observateur placé dans l'hémisphère Nord.

Les premières observations certaines faites dans l'hémisphère Sud furent celles d'Antonio d'Ulloa qui, en doublant le cap Horn, fut plusieurs fois témoin de ce phénomène et constata qu'elles étaient tout aussi fréquentes que dans l'hémisphère Nord. On leur a donné le nom d'aurores australes, et quand on parle des aurores en général on les désigne habituellement aujourd'hui sous la qualification d'aurores polaires. Cependant nous avons conservé dans notre titre le nom d'aurores boréales comme plus répandu et plus populaire.

II. — FORMES DES AURORES POLAIRES.

Les aurores polaires offrent les apparences les plus variées, comme on pourra le constater par les dessins qui accompagnent ces articles ; ces dessins sont la reproduction aussi exacte que possible des croquis originaux exécutés par les observateurs eux-mêmes.

Cette variété oblige à diviser les aurores polaires en deux classes : celles qui sont sensiblement immobiles, c'est-à-dire qui conservent pendant un temps plus ou moins long leurs formes et l'intensité de leur éclat et celles qui, au contraire, offrent des variations rapides tant dans leur forme que dans leur intensité.

On peut diviser la première classe en trois formes principales :

1° Lueurs faibles, sans forme bien définie.

2° Lueurs plus marquées, assemblées en taches ou groupes, donnant le plus ordinairement l'apparence de nuages.

3° Arcs bien limités, formés d'une masse lumineuse homogène et qui s'appuie des deux côtés sur l'horizon.

De même la deuxième classe peut se diviser aussi en trois formes :

4° Arcs non homogènes dardant des rayons d'une manière intermittente.

5° Rayons qui semblent converger vers un point déterminé du ciel, et qui forment parfois autour de ce point une sorte de couronne.

Fig. 25.



Aurore boréale observée en février 1874 par l'expédition du Tégethof (Weyprecht et Payer).

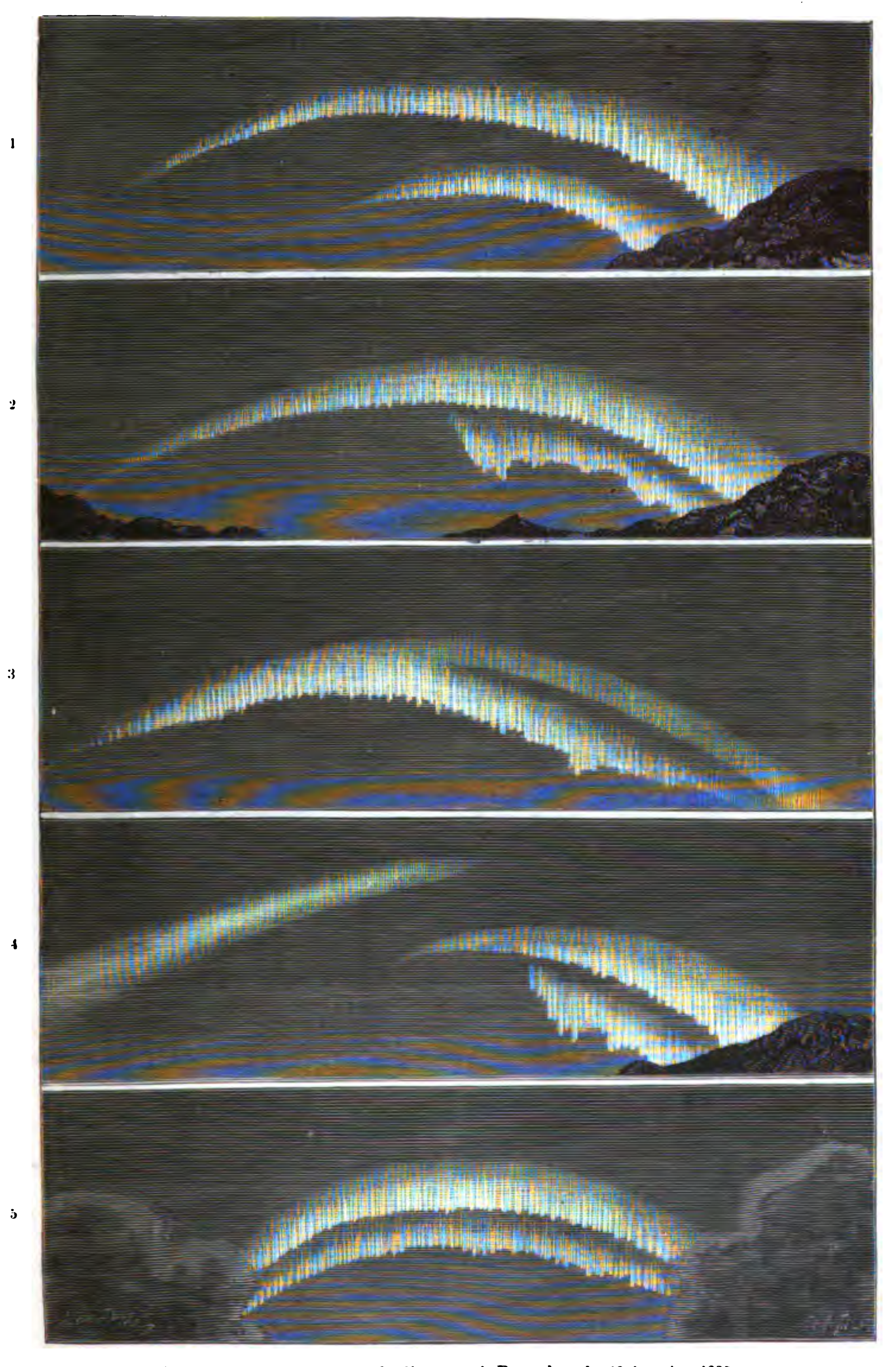
6° Bandes non homogènes, composées de rayons serrés les uns contre les autres.

Quand ces bandes se trouvent repliées sur elles-mêmes, elles forment ces belles aurores boréales que l'on nomme « aurores en draperie. » Il peut arriver aussi que ces différentes formes se trouvent réunies dans la même aurore.

1° *Lueurs faibles sans forme bien définie.*

Ce type offre un intérêt relativement faible, et souvent même ces aurores ne sont pas remarquées à cause de leur peu d'intensité qui, parfois, ne dépasse pas celle de la Voie Lactée. En certains cas, elles imitent à l'horizon un foyer d'incendie et éclairent le bord des nuages; d'autres fois, mais rare-

Fig. 26.



Apparences successives de l'aurore à Bossekop le 12 janvier 1839.

1. De 1^h à $5^h 30^m$ du soir. — 2. A $6^h 15^m$. — 3. A $6^h 30^m$. — 4. A 7^h. — 5 A $7^h 20^m$.

ment, elles peuvent être au-dessus de l'horizon, mais à une hauteur peu considérable.

On peut attribuer à ce genre d'aurores cette sorte de phosphorescence qui, par certaines nuits, illumine toute l'atmosphère.

2° *Lueurs en forme de nuages. Bandes et plaques aurorales.*

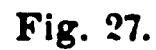
Les aurores polaires que nous avons l'occasion d'observer dans nos latitudes appartiennent généralement à cette catégorie; elles se présentent sous la forme de taches, de fumées ou de nuées lumineuses. Leurs contours sont généralement plus nets, et elles ont ordinairement une couleur jaune ou verdâtre. Quelquefois elles se présentent comme des panaches de fumée ou bien comme des nuages d'une grande blancheur, qui s'allongent souvent en longues traînées connues en Météorologie sous les noms de *cirrus* et de *cirro-stratus*.

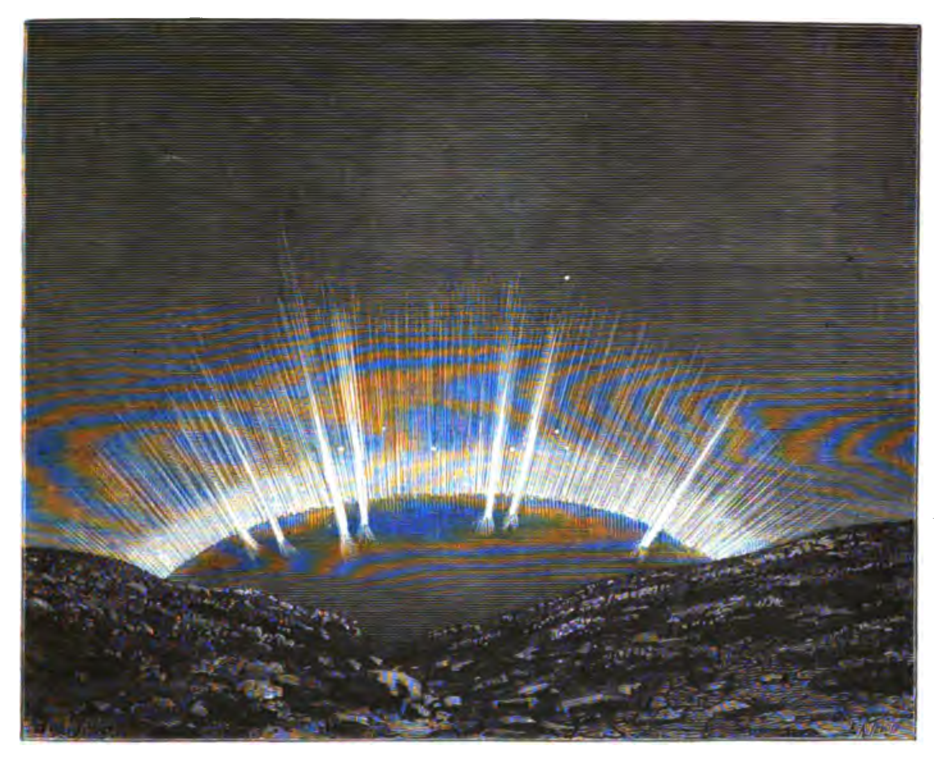
La coexistence des *plaques aurorales* ou *bandes aurorales* avec les *cirrus* a été fréquemment observée. Ces derniers sont constitués par de petites aiguilles de glace qui, en réfractant la lumière du Soleil ou de la Lune, produisent les halos, parhélies, etc. Le 2 novembre 1838, Lilliehœk observa autour de la Lune, pendant une aurore boréale, le grand halo circulaire de 46° de diamètre, et il constata qu'une relation intime existe entre eux, car lorsqu'un rayon de l'aurore boréale coupe le halo, celui-ci devient plus large et sa lumière plus condensée.

Bravais donne le nom de *plaques palpitantes* ou de *lueurs palpitantes* à des variations curieuses que présentent les bandes aurorales. Le 22 octobre 1838, il les dépeint ainsi :

Ce sont des plaques colorées en jaunâtre faible et dans le centre desquelles s'injecte de temps en temps une autre lueur intense plus vive et qui ne dure qu'un instant. Ces plaques semblent soumises à des expansions et contractions alternatives, que l'on peut comparer au mouvement natatoire des méduses dans la mer. Ce qu'il y a de singulier, c'est que les diverses plaques de lueurs qui occupent les divers lieux du ciel éprouvent toutes à la fois ou, du moins, presque toutes, ce même mouvement alternatif. A la dilatation s'adjoint en même temps un accroissement d'intensité de la lueur de la plaque aurorale. Indépendamment de ce mouvement alternatif, les plaques éprouvent un changement de forme et d'intensité beaucoup plus lent et qui ne paraît pas soumis à une période régulière. Ce mouvement péristaltique se compose ordinairement de deux ou trois battements assez vifs d'une demi-seconde au plus de durée; après quoi, temps d'arrêt de quelques secondes et les battements reprennent. Certaines plaques gagnent au moins deux fois en étendue géométrique et en éclat, relativement à leur état contracte.

M. Hildebrand Hildebrandsson, directeur de l'observatoire d'Upsal, signale un curieux phénomène observé le 15 juillet 1877. Deux observateurs remarquèrent, à moins de deux mètres au-dessus de la surface d'un lac intérieur, une masse lumineuse flottante, de couleur rouge, transparente et nettement limitée. Les contours ondulaient et la masse se projetait sur l'autre rive du


Fig. 27.



Aurore boréale de Breuilpont, près Évreux, du 27 septembre 1731.

lac, boisée et éloignée de sept cents mètres. Cette masse lumineuse pouvait offrir deux cents mètres d'étendue environ. Ce phénomène se représenta encore trois fois, et chaque fois sa durée fut d'environ deux secondes. M. Hildebrandsson suppose qu'il y a là une transition entre l'aurore polaire et la décharge électrique orageuse.

Il peut se faire que des masses lumineuses observées plusieurs fois sur la surface de la Terre soient une manifestation de l'aurore boréale. Arago, dans ses *Œuvres complètes* (Tome IV, p. 146), rapporte à ce sujet l'observation suivante :

Le major Sabine et le capitaine J. Ross revenaient, en automne, de leur pre-

mière expédition arctique; ils étaient encore dans les mers du Groënland pendant une des nuits si sombres de ces régions, quand ils furent appelés sur le pont par l'officier de quart, qui venait d'apercevoir quelque chose de très étrange. C'était, en avant du navire et précisément dans la direction qu'il suivait, une lueur stationnaire sur la mer et s'élevant à une grande hauteur, pendant que partout ailleurs le ciel et l'horizon paraissaient noirs comme de la poix. Il n'y avait dans ces parages aucun danger connu; la route ne fut donc pas changée. Lorque le navire pénétra dans la région lumineuse, tout l'équipage était silencieux, attentif, en proie à une vive préoccupation. Aussitôt on aperçut aisément les parties les plus élevés des mâts et des voiles et tous les cordages. Le météore pouvait avoir une étendue de 400 mètres. Lorsque la partie antérieure du navire en sortit, elle se trouva subitement dans l'obscurité; aucun affaiblissement graduel ne se fit remarquer. On s'était fort éloigné de la région lumineuse, qu'elle se voyait encore à l'arrière du navire.

3° *Arcs homogènes*

Il est présumable que ces arcs se présentent à des époques déterminées et dans certaines régions; c'est sous la forme d'arcs réguliers, à bords très nets, uniformément lumineux, que les aurores boréales ont été généralement observées en 1878-1879 par le professeur Nordenskœld, lors de l'hivernage de la *Véga*, presque à l'entrée du détroit de Behring. Presque toutes se sont produites sous forme d'arcs à peine au-dessus de 30°, et dont le centre se trouvait bien au-dessous de l'horizon. Ces arcs sont d'une constance extraordinaire et cela pendant des heures entières, et même pendant plusieurs jours. Ils sont généralement orientés de telle sorte que leur sommet se trouve à peu près dans le méridien magnétique, c'est-à-dire dans la direction indiquée par les aiguilles de boussoles. Quelquefois les arcs sont nettement elliptiques; d'autres fois, les deux courbes qui limitent l'arc ne sont pas à égale distance, ce qui donne un arc à largeur variable.

Parfois deux arcs concentriques se produisent, et même on peut en observer un plus grand nombre. D'autres figures font voir l'aurore sous forme de deux arcs excentriques, de telle sorte qu'ils se coupent ou ne se touchent que par un de leurs pieds; mais l'aurore se présentant sous cette forme ne dure que peu de temps, et constitue le passage de cette classe vers les aurores de la seconde classe.

Jusqu'ici, nous avons décrit les formes simples des aurores polaires qui font partie de la première classe. Ces aurores sont généralement les plus stables et durent depuis plusieurs minutes jusqu'à des heures, des nuits entières et même plus longtemps encore. Nous allons nous occuper de celles qui ont été réunies dans la deuxième classe. Celles-ci sont les plus

variables dans leurs contours comme dans leur éclat, et ont parfois des mouvements si rapides, que l'œil a de la peine à les suivre. Elles sont les plus nombreuses et se produisent de différentes manières, soit seules, soit accompagnant des aurores fixes; dans tous les cas, ce sont celles qui offrent les apparences les plus remarquables.

C'est le Mémoire de Bravais qui fournira une grande partie des détails qui suivront; les observations faites à Bossekop pendant le séjour de la commission française ayant été nombreuses et les formes des aurores variables très fréquentes.

4° *Arcs à rayons.*

Une des figures (*fig.* 26) représente les apparences successives de l'aurore boréale observée à Bossekop le 12 janvier 1839. Les arcs de ce type peuvent dériver des arcs homogènes de la figure 27 : mais ils en diffèrent en cela, qu'au lieu d'une lueur fixe et uniforme, ils sont composés d'un grand nombre de fibres ou de rayons dirigés perpendiculairement au sens de la longueur de l'arc. Ordinairement, ce sont des portions plus lumineuses qui se détachent sur un arc plus pâle. D'autres fois, il arrive que les rayons de l'aurore sont plus larges que les espaces noirs sur lesquels ils se projettent; alors ces derniers paraissent être des rayons sombres sur un espace éclairé; ce qui n'est pas, puisque ces raies noires ne sont que la partie de l'espace noir compris entre les rayons lumineux. La Météorologie les nomme *rayons obscurs* ou *stries noires.*

Quand les fibres transversales qui composent l'arc sont petites, elles paraissent être parallèles; mais si leur développement est assez grand, on s'aperçoit vite que, loin d'être parallèles, elles se dirigent toutes vers un point unique du ciel qui se trouve généralement très voisin du *zénith magnétique*, c'est-à-dire du point où l'aiguille aimantée de la boussole d'inclinaison rencontre la voûte céleste.

Les fibres transversales des arcs radiés sont coupées assez nettement à leur partie inférieure et suivant la courbe de l'arc; l'extrémité supérieure, au contraire, se termine généralement par gradation pour disparaître insensiblement dans le noir du ciel.

La courbure des arcs radiés est généralement moins nette que celle des arcs d'aspect homogène; leurs bords sont sinueux et crénelés, mais la forme de l'arc est bien la même, ainsi que la couleur, qui est blanc-jaunâtre, et très rarement rouge carminé ou violacé.

On voit que ces arcs se transforment à chaque instant; les arcs radiés deviennent homogènes et réciproquement, disparaissent d'un côté pour reparaître ensuite. Quelquefois ils se déplacent et se transportent parallèle-

ment à eux-mêmes du Sud au Nord ou du Nord au Sud; quelquefois encore, la hauteur de l'arc restant la même, ses pieds se déplacent en sens inverse l'un de l'autre. Ces mouvement sont souvent très rapides, quoique cette rapidité soit variable. A Bossekop, on a vu des arcs s'élever de 5° par minute et atteindre même une rapidité de 17° dans le même espace de temps.

Il est facile de comprendre la difficulté qu'on éprouve pour faire les observations et obtenir des mesures exactes.

Les arcs multiples sont assez fréquents. La commission, qui passa 200 jours à Bossekof, aperçut, une fois neuf arcs en même temps; deux fois sept arcs; deux fois six arcs; une fois cinq et trois fois quatre. Les arcs triples et doubles furent très fréquents.

Dans certains cas, des rayons, prenant un très grand développement, se manifestent dans la partie supérieure de l'arc; quelquefois, mais plus rarement, ces rayons partent de la partie inférieure en se dirigeant vers l'horizon. La figure 27 représente un des plus beaux exemples des aurores que l'on puisse voir en France. Cette aurore fut observée près d'Évreux, en 1731, et la figure que nous donnons est faite d'après une des gravures du *Traité de l'aurore boréale*, publié en 1733 par de Mairan.

Dans les différents mouvements des arcs radiés, il se présente parfois des effets remarquables; un arc paraît se déplacer dans le sens de sa longueur avec une vitesse très grande qui peut atteindre jusqu'à 40° par seconde.

Bravais, qui fut témoin à Bossekop de ce phénomène, l'explique de la même manière que l'avait fait de Mairan au siècle dernier, non par le déplacement de l'arc, mais par un éclairement successif de ses différentes parties restées jusque là immobiles. Cet éclairement successif se faisant avec une très grande rapidité, il est difficile de se rendre compte si c'est vraiment un déplacement ou seulement une espèce d'onde lumineuse qui court d'un bout à l'autre de l'arc.

Les aurores boréales sont souvent accompagnées d'une apparence à laquelle on a donné le nom de *segment obscur*, sorte de segment de teinte plus sombre que le reste du ciel, qui occupe la partie du ciel au-dessous de l'arc et qui s'élève jusqu'à une dizaine de degrés au-dessus de l'horizon. Ce segment n'est pas formé par des nuages ou des vapeurs, car il laisse fréquemment apercevoir la lumière des étoiles. Jusqu'ici on n'a pas encore suffisamment expliqué la nature de ce phénomène, qui se manifeste quelquefois tout seul. Bravais, dans le cours de ses observations, a remarqué que le *segment obscur* était situé ordinairement du côté de l'Océan Glacial, et il suppose qu'il faut l'attribuer aux vapeurs brumeuses qui chargent l'horizon dans cette latitude.

Malgré quelques exceptions assez rares, on peut établir comme loi que

dans les aurores à arcs, le sommet est à peu près dans le méridien magnétique, c'est-à-dire dans la direction que prend une aiguille aimantée se mouvant librement sur un plan horizontal. A Bossekop, sur 102 aurores de cette catégorie, leur position moyenne ne diffère pas de 6° à 7° du méridien magnétique. (*A suivre.*)

LA GRANDE PLUIE D'ÉTOILES FILANTES.

Le grand courant météorique produit par la désagrégation de la comète de Biéla a été observé ici le 27 novembre dernier, et a donné également naissance à des apparitions d'étoiles filantes plus ou moins remarquables pendant les nuits des 26, 28 et 30 novembre. Cette pluie de météores étant attendue, je me suis proposé de suivre les manifestations du phénomène de nuit en nuit afin de déterminer sa durée et les caractères que pourrait présenter son accroissement ou sa diminution. Pendant les nuits des 24 et 25 novembre, le ciel est resté couvert de nuages, et la soirée suivante, celle du 26, se montra aussi très peu favorable aux observations. Pendant les courts intervalles d'éclaircie, je pus compter 63 étoiles filantes, et j'estimai que le nombre de météores qu'un observateur aurait pu apercevoir par un ciel serein dans l'intervalle d'une heure, et dans la sphère commandée par sa vision, se serait élevé à 130 environ. La nuit suivante du 27 fut également nuageuse et j'éprouvai de grandes difficultés à suivre le phénomène d'une manière satisfaisante. Pendant cinq minutes, de 6^h25^m à 6^h30^m, je comptai 222 météores, et cependant des nuages nombreux cachaient une grande partie du ciel. A ce moment, je crois qu'une seule personne en aurait pu compter 5 000 par heure si le ciel avait été pur.

Pendant la nuit du 28 novembre, le phénomène avait considérablement diminué, quoiqu'il n'eût pas cessé tout à fait. Par un ciel tout à fait clair je ne vis, dans l'espace de quatre heures, que quinze étoiles filantes émanant d'Andromède, c'est-à-dire appartenant à l'essaim de la comète de Biéla.

Le lendemain, toute observation fut impossible à cause de la pluie qui ne cessa de tomber pendant toute la nuit; mais, le 30 novembre, le ciel redevint pur, et je pus observer un total de 41 météores, parmi lesquels dix provenaient du point radiant de la comète de Biéla. Après le 30 novembre, aucun de ces météores ne fut plus visible, quoique j'eusse continué à rechercher avec la plus grande attention les moindres manifestations de la continuation du phénomène. En réalité, celui-ci était terminé dès le 1er décembre.

Le maximum du 27 novembre a offert un spectacle magnifique, aussi remarquable que celui du 27 novembre 1872. Sous le rapport des météores de grandes dimensions, cette dernière apparition s'est montrée de beaucoup supérieure à celle qui l'avait précédée 13 ans auparavant.

J'ai reçu d'un grand nombre de correspondants très recommandables des comptes rendus d'observations de cette belle pluie d'étoiles filantes effectuées en Angleterre ou à l'étranger.

M. G.-J. Davis, de Theale, près Reading, écrit que, malgré les nuages épais qui traversaient constamment le ciel, poussés par un vent violent du Sud-Ouest, il put compter jusqu'à cinquante météores par minute, entre 6^h30^m et 8^h30^m du soir. Le colonel M.-J. Ward, observant à Partenkirschen (Bavière), dit que « d'abord il était absolument impossible de compter le nombre des étoiles filantes; mais qu'ensuite, à 6^h25^m du soir, il en put noter 120 *par minute* entre le Nord et le Nord-Ouest. »

Il est très important de déterminer le point radiant de ce courant. A l'aide d'une combinaison des meilleurs résultats que j'ai pu rassembler, j'ai obtenu :

	Asc. dr.	Décl.
Observatoire de Greenwich..............	20°	+ 49°
Col. Jupman..............................	27	44
Col. Ward................................	23	43
H. Corder................................	25	44
E. Gautier...............................	23	43
G.-J. Darwin.............................	19	45
T.-W. Kamp...............................	25	46
J. Snieton...............................	21	46
W.-F. Denning............................	24	44

La moyenne de ces neuf positions est

Ascension droite.. = 23°. Déclinaison... = 44°,9.

D'après les autorités les plus compétentes, le point radiant de la comète de Biéla est

Date.	Ascension droite.	Déclinaison.	Calculateurs.
27 Novembre....	24°,5	+ 40°	A.-S. Herschel.
28 —	23,4	+ 43	E. Weiss.
27 —	25,25	+ 42	J.-R. Hind.

La moyenne de ces trois déterminations donne

Ascension droite.. = 24°,3. Déclinaison... = + 41°,7.

En comparant les deux valeurs moyennes, on trouve un accord très satisfaisant: Point radiant du grand courant météorique, 27-28 novembre 1885 :

Ascension droite.. = 23°. Déclinaison... = + 44°,9.

Point radiant de la comète de Biéla.

Ascension droite.. = 24°,3. Déclinaison... = + 41°,7.

Le fait que le courant météorique semble provenir d'un point situé un peu au nord du point radiant de la comète, s'explique vraisemblablement par de petites erreurs d'observations dans les déterminations individuelles du point radiant des météores. Toutefois, l'accord des nombres ressemble tellement à une identité, qu'il est impossible de mettre en doute que la Terre ait encore rencontré l'amas des débris de la comète de Biéla; ainsi se trouve confirmée de nouveau, et d'une manière très éclatante, la théorie ingénieuse relative à la connexion des comètes et des étoiles filantes.

W.-F. Denning.
Astronome à Bristol.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

La pluie d'étoiles filantes du 27 novembre. — Aux relations déjà si nombreuses que nous avons publiées dans notre dernier numéro, nous pourrions en ajouter aujourd'hui un nombre presque aussi considérable. Nous ne voulons pas développer démesurément ces relations, qui d'ailleurs se confirment mutuellement les unes les autres, mais nous constatons non sans intérêt que le phénomène a été visible de toutes les contrées du globe.

De l'île de la Réunion, M. Dubuisson nous informe que la pluie d'étoiles y a été observée dans toute sa magnificence depuis la chute du jour, vers $7^h 15^m$, jusqu'à 1^h du matin. Le feu d'artifice céleste était si merveilleux que d'abord plusieurs observateurs crurent à des éblouissements dans leurs yeux. Le maximum paraît avoir eu lieu vers 9^h : une trentaine d'étoiles filantes par minute. Aucune chute d'uranolithe. Point radiant au nord-est du carré de Pégase. — Mêmes relations nous sont envoyées de l'île Maurice et de Madagascar.

Aux États-Unis le phénomène a été observé de Bloomington (Indiana) par M. Daniel Kirkwood; de Princeton par M. E. A. Young qui a estimé le point radiant à 2° au nord-ouest de γ Andromède. Comme d'autre part, nous avons rapporté des observations nombreuses faites à Nogales (Arizona), à Caracas (Vénézuela), en Turquie, en Suède, en Belgique, en Italie, en Suisse, en Espagne, en Portugal, en Algérie, en Tunisie, etc., en un mot dans toute notre partie du monde, et que d'autre part encore les observateurs disséminés sur l'Angleterre, l'Allemagne, l'Autriche, la Russie, ont depuis le mois dernier communiqué leurs diverses observations, il n'est pas douteux que les poussières cosmiques issues de la désagrégation de la comète de Biéla n'aient rencontré la Terre en paraissant arriver d'un point voisin de l'étoile ν d'Andromède, et n'aient été observées de tous les points du globe. La conclusion de tout cet ensemble d'observations est que la pluie d'étoiles du 27 novembre dernier a été encore plus riche et plus belle que celle du 27 novembre 1872.

M. W. Meyer a calculé les éléments des Andromédides de 1872 et de 1885 et est arrivé aux résultats suivants :

		BIÉLA (1852).	ÉTOILES FILANTES (1872).	ÉTOILES FILANTES (1885).
Passage au périhélie		T = 1852, sept. 23.	1872, déc. 27.	1885, déc. 28,25 Berlin.
Longitude du nœud	☊........	246°,19	246°,6	245°55
Inclinaison	i.........	12 33	12 40	12 35
Longitude du périhélie	π.........	109 36	110 18	111 53
Excentricité	e.........	0 7559	0 7518	0 7538
Log. de la dist. périh.	log. q....	9 9348	9 9376	9 9332

Ces éléments se rapportent à l'équinoxe apparent de 1885,9. Le temps de révolution de 6 ans, 5, donne pour le demi-grand-axe 3,482. Celui de la comète était :

1806...............	3,567	1846...............	3,520
1826...............	3,560	1852...............	3,525
1832...............	3,537		

Il y a là une diminution progressive du grand axe, que confirment les orbites des Andromédides.

Passage de corpuscules devant le Soleil. — Collingwood, Hawkhurst (Kent) 25 novembre 1885. — Monsieur le Directeur, je prends la liberté d'appeler votre attention et celle de votre correspondant, le directeur de l'Observatoire mexicain, sur la relation imprimée dans les *Monthly notices of the Astr. Society of London* de mars 1870 (t. XXX, p. 135-8), de phénomènes qui paraissent avoir été en tout semblables, sous bien des rapports, à ceux qui sont décrits dans le Numéro de septembre de votre estimable Revue.

Je ne crois pas pouvoir dire qu'ils aient eu la même origine, mais la ressemblance mérite d'être prise en considération.

Je suis, etc. J. Herschel.

Nous remercions M. J. Herschel de cette notification, sur laquelle nous nous proposons de revenir. Voici d'autres observations analogues.

Passage d'un essaim de corpuscules devant le Soleil. — La Revue a publié (T. IV, n° 9) une remarquable observation de M. Bonilla, à Zacatecas (Mexique) au sujet d'un essaim de corpuscules qui ont passé pendant plusieurs heures devant le disque solaire, le 12 août 1883. Un phénomène analogue avait déjà été observé à Marseille, le 25 avril de la même année, et l'on trouvera peut-être quelque intérêt à comparer les deux observations. Le 15 avril 1883, observant le Soleil avec une lunette de $0^m,045$ de diamètre, j'ai vu et suivi pendant une demi-heure de $12^h 30^m$ à 1^h, *de petits corps qui passaient devant le Soleil en suivant tous la même direction* (Ouest-Est). Ces corpuscules ne présentaient aucune forme régulière, et leurs contours étaient souvent mal définis; j'en ai compté plus de 25. Il y en avait quelquefois 4 à la fois qui marchaient alignés. L'observation, interrompue à 1^h fut reprise de 2^h à $2^h 15^m$, et pendant ce nouvel intervalle je n'ai pas cessé de voir le même passage se continuer, le 16 avril, à 8^h du matin, le même jour à midi, les mêmes phénomènes furent observés. Ainsi le passage a duré plus de vingt-quatre heures. H. Bruguière.

On remarquera combien cette observation, antérieure à celle de M. Bonilla, lui est semblable. La longue durée du phénomène, l'aspect des corpuscules, leur marche commune, sont autant de caractères communs aux deux observations. Il n'y a guère de différence que dans le nombre des corpuscules aperçus. Mais M. Bruguière ne disposait que d'une lunette de 45^{mm}; s'il avait pu employer un instrument aussi puissant que celui de l'Observatoire de Zacatecas, il en aurait aperçu bien davantage, et les aurait peut-être comptés, lui aussi, par centaines, car il y avait sans doute un grand nombre de corpuscules trop petits pour être visibles dans une lunette de 45^{mm}. Aussi, les observateurs de Marseille et de Zacatecas nous paraissent avoir été témoins de deux phénomènes identiques et reconnaissant la même cause. Mais quelle est cette cause? C'est ce qu'il n'est pas facile de conjecturer. Pourquoi ces phénomènes n'ont-ils été vus que dans ces deux stations? Sans doute, parce que les corpuscules sont relativement très près de la terre, de sorte que le moindre déplacement de l'observateur à la surface

de la terre suffit pour les projeter en dehors du disque solaire. Enfin on remarquera comme une coïncidence très curieuse, la *proximité*, mais non pas *l'identité* des deux dates (15 avril, 12 août 1883) auxquelles a été observé ce phénomène qui n'a pas été revu depuis.

Ajoutons qu'une apparition du même genre a été signalée autrefois par Messier : le 17 juin 1877, vers midi, cet astronome vit passer sur le Soleil, pendant cinq minutes, un nombre prodigieux de globules noirs.

Signalons aussi une observation curieuse de M. Jacquot au Havre. Cet astronome a vu le 15 juillet dernier, à $1^h 10^m$, un corps noir de forme ronde passer devant le Soleil du Nord-Est au Sud-Ouest et devenir lumineux à sa sortie du disque; le 16, il en a vu deux à quelques minutes d'intervalle traverser le disque solaire de l'Ouest à l'Est. Peut-être sont-ce des bolides?

P. G.

Occultation d'Aldébaran, du 2 septembre 1885. — MM. Jos et Jan Fric de Prague nous ont envoyé de très belles photographies de cette occultation que le défaut d'espace nous empêche malheureusement de reproduire. Ces photographies ont permis de fixer l'instant précis du contact de l'astre avec le bord apparent de la Lune (1) : $14^h 21^m 44^s$ t. m. de Prague. La vision directe de l'occultation a montré que la disparition de l'astre ne s'est pas produite instantanément; mais les observateurs ont remarqué que le bord de la Lune a paru s'infléchir un peu avant le contact, de sorte qu'il s'est produit entre l'étoile et le bord de la Lune un filament noir rappelant celui qu'ont signalé presque tous les observateurs du passage de Vénus. La réapparition d'Aldébaran au contact du bord obscur de notre satellite a paru au contraire presque instantanée (2).

Occultation d'Aldébaran, du 2 septembre. — Le 2 septembre, j'ai observé l'occultation d'Aldébaran. A Paris, la durée calculée était de $31^m 30^s$. A Clermont, l'observation m'a donné $29^m 30^s$. — J'ai vu nettement la projection de l'étoile sur le bord du disque pendant 2^s ou 3^s environ. Au moment même de cette observation, il m'est venu une idée qui me semble expliquer simplement ce phénomène.

Les meilleures lunettes donnent aux étoiles un disque apparent de 1" de diamètre. Le bord brillant de la Lune doit donc aussi agrandir un peu le diamètre optique de l'astre.

(1) Il ne faut pas oublier que le disque lunaire est agrandi sur les photographies comme dans la vision directe par l'effet de la diffraction des rayons lumineux qui ont traversé les lentilles de la lunette.

(2) Nous ferons remarquer que le fait d'avoir vu la réapparition de l'étoile *instantanée*, ne prouve pas qu'elle l'ait été réellement. L'œil n'étant pas fixé sur un point qui n'est pas visible aperçoit toujours l'étoile subitement quelque temps après l'instant où elle a acquis assez d'éclat pour redevenir visible, tandis que lors de la disparition, on peut la suivre sans interruption et l'instant de son extinction apparente est bien celui où elle cesse d'envoyer assez de lumière pour impressionner la rétine.

P. G.

Quand nous croyons voir l'étoile projetée *sur* le disque de la Lune, son centre peut très bien être encore éloigné du *vrai* bord.

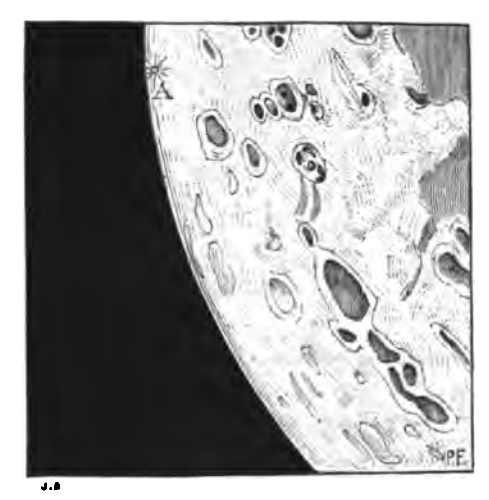
En supposant une occultation centrale durant 1^h5^m et un disque lunaire de 1860″ augmenté d'une étroite bordure d'irradiation de 0″5, on voit que la projection peut déjà durer une seconde de temps. Naturellement, plus la corde d'occultation est oblique par rapport au limbe de la Lune plus la durée de la projection doit augmenter.

E. Blot.
Observateur à Clermont (Oise).

Remarque — Cette explication ingénieuse d'un effet de l'irradiation du disque lunaire ne nous paraît pas suffisante, car dans ce cas toutes les étoiles occultées se projetteraient plus ou moins sur le bord du disque lunaire; or aucune ne manifeste ce fait autant qu'Aldébaran, et l'effet doit être dû à la différence de réfrangibilité des rayons rouges de l'étoile relativement aux rayons jaune-clair de la Lune.

Occultation d'Aldébaran, du 22 novembre. — *Aldébaran* resta visible à l'œil nu jusqu'au moment du contact; dans ma lunette de 65mm la Lune et l'étoile

Fig. 28.



1 — Hamzel.
2. — Schickardus.
A. — Aldébaran se projetant sur le disque lunaire.

Occultation du 29 novembre 1885.
L'étoile Aldébaran (1re grandeur) vue par diffraction sur le disque lunaire.

étaient d'une admirable netteté, et l'atmosphère très calme en ce moment, n'occasionnait aucune vacillation des images.

Le contact eut lieu à 9^h55^m du soir (heure locale d'Alger). J'ai constaté de la façon la plus précise que, *pendant cinq à six secondes environ, l'étoile sembla s'avancer sur le disque lunaire*. Aldébaran brillait d'une lumière étincelante, sur la surface vivement éclairée de notre satellite, comme on a cherché à le représenter sur le dessin.

L'émersion eut lieu à $10^h 51^m$, mais je n'ai pu renouveler mon observation, n'ayant aperçu l'étoile qu'à 15″ environ du disque lunaire.

CH. DUPRAT.
Observateur à Alger.

Ce phénomène s'observe souvent dans les occultations. (*V.* l'*Astronomie*, T. I. n° 1, p. 36.)

Il a été remarque aussi par M. BENJAMIN LIHOU, à Marseille, qui a observé également le même soir les occultations de l'étoile double θ Taureau, et de 1391 BAC. Les mêmes occultations ont encore été observées par M. BRUGUIÈRE, à Marseille.

Étoile nouvelle, près χ′ Orion. — Nous avons annoncé, à la correspondance de notre dernier Numéro, qu'une étoile nouvelle a été découverte, à la jumelle, le 13 décembre dernier, par M. Gore, en Irlande, près de l'étoile 54 χ′ Orion, à 20′ à l'Est. Position = $5^h 49^m 4^s$ et + 20°9′4″. Elle était de 6e grandeur.

M. Riccò l'a observée à Palerme. Les 19 et 20 décembre, il l'a trouvée de 7e grandeur.

Le 23 décembre, nous écrit-il, elle était un plus brillante que 11103 *Lalande*. La grandeur de cette étoile est 7,5 *Lalande*, 7,8 *Piarri*, 7,2 *Argelander*, 6,5 *Yarnal*. (Serait-ce une variable à longue période ?) La couleur de la nouvelle est rouge-orangé. Le spectre est très beau, du 3e type, formé de 6 à 8 bandes brillantes, dont la lumière s'affaiblit du côté du violet : le rouge est faible, le jaune et le vert très brillants, le bleu faible. Le 4 janvier 1886 la nouvelle est à peine plus lumineuse que 11 103; sa nuance est orangée, c'est-à-dire moins rouge qu'auparavant; dans le spectre le rouge est très obsur, presque invisible, et toutes les autres couleurs plus faibles qu'au 23 décembre.

Le 15 janvier l'étoile nouvelle est égale à 11 103 *Orion* ou peut-être un peu moindre; la couleur est jaune-orangé. A. RICCÒ.

P.-S. — La nouvelle étoile dans la grande nébuleuse d'Andromède est actuellement invisible avec notre réfracteur de 0^m,25.

Le spectre de la grande nébuleuse d'Andromède. — M. O.-T. Sherman, assistant à l'Observatoire d'Yale College, a publié dans *Science*, de New-York, la découverte de trois lignes brillantes dans le spectre de la grande nébuleuse d'Andromède; la plus réfrangible est la raie H_β du spectre solaire; l'une des deux autres est la raie 1474 K qui se retrouve toujours dans les spectres de la couronne solaire, des protubérances solaires et des aurores boréales; la troisième coïncide avec l'une des raies les plus faibles de la couronne solaire, que M. le professeur Young a observées pendant l'éclipse de 1869; elle occupe le n° 1250 de l'échelle de Kirchoff. Il est remarquable qu'à l'Observatoire de Greenwich, on a constaté dans le spectre de l'étoile nouvelle apparue dans la nébuleuse deux raies brillantes, dont l'une paraît être 1474 K. Cette coïncidence semblerait indiquer une connexion entre l'étoile nouvelle et la nébuleuse.

Nouvelle étoile variable dans le Cygne. — M. J.-E. Gore annonce dans les *Astronomische Nachrichten* n° 2683 que l'étoile rouge 587 Birmingham qui se

trouve au sud de ρ du Cygne varie de la 5,8 à la 7,5 grandeur dans une période de 250 à 300 jours, le dernier maximum ayant eu lieu en décembre 1884. Cette étoile est la même que 42153 Lalande, et D + 44°, 3877.

Distinction honorifique. — Par décision de M. le Ministre de l'Instruction publique, en date du 1er janvier 1886. M. Eugène Vimont, professeur au collège d'Argentan fondateur de la Société scientifique Flammarion, a été décoré des palmes d'officier d'Académie. M. le Ministre a bien voulu considérer que dans l'instruction publique comme dans l'armée les années de campagne doivent compter double. Nous adressons nos bien sympathiques félicitations à notre laborieux collaborateur.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 FÉVRIER AU 15 MARS 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé, des étoiles variables, des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, il faut se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de la *Revue*, soit aux descriptions données dans les *Étoiles et les Curiosités du Ciel*, p. 594 à 635.

Les splendides constellations de l'hiver sont toujours admirables à observer. Mais leur magnificence est encore augmentée par la présence des principales planètes de notre système solaire. *Mercure*, *Mars*, *Vesta*, *Jupiter*, *Saturne* et *Uranus* sont visibles le soir; *Vénus*, *Cérès*, *Pallas* et *Junon*, le matin.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — La déclinaison du Soleil est toujours australe. Toutefois, elle diminue rapidement : de 12° 36′ au 15 février, elle passe à 2° 3′ au 15 mars. Cela donne une avance considérable de 10° 33′. Il en résulte que la longueur des jours s'accroît dans la même proportion, de 55^m le matin et de 44^m le soir, soit $1^h 39^m$.

A cause du temps moyen dont nous faisons usage, nous ferons remarquer que les soirées continuent à être plus longues que les matinées. Le 15 février, matinée $4^h 49^m$, soirée $5^h 19^m$, différence 30^m; le 1er mars, matinée $5^h 16^m$, soirée $5^h 42^m$, différence 26^m; le 15 mars, matinée $5^h 44^m$, soirée $6^h 3^m$, différence 19^m.

C'est en général durant les mois de février et mars que la *lumière zodiacale* atteint son maximum d'intensité. Cette lueur énigmatique doit être suivie avec attention par tous les observateurs, de six heures et demie à huit heures et demie du soir, à l'Occident.

Presque à la même époque que l'année dernière, au commencement de mars, aura lieu une *éclipse annulaire de soleil*. Le 5 mars au soir, le Soleil et la Lune ont sensiblement les mêmes coordonnées; mais le diamètre de la Lune n'est que de 29′45″ tandis que celui du Soleil est de 32′18″. Cette différence dans les dia-

mètres de la Lune et du Soleil tient à ce que les distances de la Terre à ces deux astres sont essentiellement variables. Tantôt c'est l'un, tantôt c'est l'autre qui est le plus grand.

Aussi, quand la Lune vient s'interposer entre la Terre et le Soleil, juste sur la même ligne, une *éclipse de Soleil* se produit toujours. Si la Lune a le plus petit diamètre, ce qui aura lieu le 5 mars, à $10^h 18^m$ du soir, le Soleil débordera tout autour du disque noir de notre satellite et l'éclipse sera *annulaire*. Elle sera invisible en Europe, le Soleil se couchant à $5^h 48^m$.

La pénombre de la Lune atteint notre globe à $7^h 10^m$ du soir, temps moyen de Paris, en un point situé à une petite distance au nord de la Nouvelle-Calédonie, en plein Océan Pacifique, par 163°4′ de longitude Est et 13°21′ de latitude Sud, c'est en ce point et à cet instant qu'à lieu le premier contact.

Le prolongement du cône d'ombre de la Lune vient ensuite rencontrer la surface terrestre à $8^h 15^m$, en un point voisin de l'extrémité sud-est de la Nouvelle-Guinée, en un point qui a pour longitude 147° 8′ E. et pour latitude australe 11°29′. L'éclipse annulaire commence. Bientôt l'ombre lunaire se déplace de l'Ouest à l'Est, traversant l'Océan Pacifique de part en part. *L'éclipse centrale* commence à $8^h 18^m$ du soir et finit à $12^h 12^m$, après une durée de $3^h 54^m$.

L'éclipse sera visible dans le grand Océan, l'Amérique centrale, le Mexique, les États-Unis et la Nouvelle-Bretagne.

LUNE. — La Lune se maintient assez élevée dans le ciel et s'offre toujours dans de bonnes conditions pour l'observation des curieux détails de sa surface.

PHASES...	PL le 18 février, à $6^h 24^m$ soir.	NL le 5 mars, à $10^h 14^m$ soir.
	DQ le 25 » à 5 21 »	PQ le 13 » à 1 27 »

Dans le sud de l'Europe et le nord de l'Afrique, on pourra voir, le 6 mars, aussitôt après le coucher du Soleil, et à l'aide d'une bonne jumelle marine, le *mince croissant lunaire*, moins de *vingt heures* après la Néoménie. Cette étude sera facile à faire, si les observateurs sont favorisés par un temps clair.

Les 19 et 20 février, grande *marée* dans les ports de la Manche, et en particulier à Saint-Malo et au mont Saint-Michel. Mascaret à Caudebec et à l'embouchure de nos principales rivières.

Occultations visibles à Paris.

Trois occultations, dont une relative à une étoile de 4e grandeur, seront observables durant la première moitié de la nuit, depuis le 15 février jusqu'au 15 mars 1886. Nous avons ajouté l'occultation d'une planète et l'appulse d'une étoile de 4,5 grandeur, visibles le matin.

1° 13 VIERGE (6e grandeur), le 20 février, de $9^h 42^m$ à $10^h 35^m$ du soir. A l'opposé de ce qui arrive dans la plupart des occultations, l'étoile disparaît à l'Est, à 29° au-dessous du point le plus à gauche du disque lunaire et reparaît presque du même côté, à 2° seulement à droite du point le plus au Nord. Cette curieuse anomalie dans la marche apparente de l'étoile tient à la position très inclinée qu'occupe, dans le ciel de l'Orient, notre satellite qui vient de se lever.

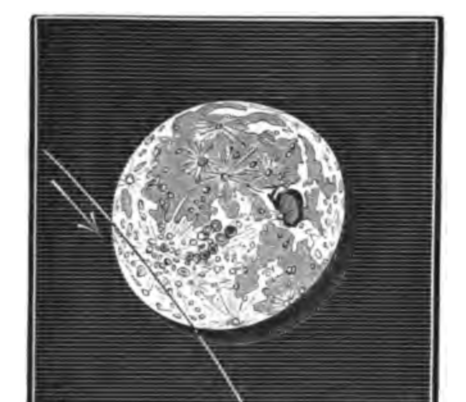
2° **Uranus**, le 21 février, de 6^h10^m à 6^h46^m du matin. La planète, dont l'occultation est représentée *fig.* 29, disparaît à 50° à gauche et au-dessus du point le plus bas et réapparaît à 18° à droite et au-dessus du même point. Il y aura appulse pour le sud-ouest de l'Europe et occultation pour le nord-ouest.

3° κ **Vierge** (4,5 grandeur), le 23 février, à 1^h22^m du matin. Appulse à 0',6 du bord de a Lune, dans le voisinage du point situé à 40° au-dessus du point le plus à droite. A Greenwich, la brillante étoile est occultée et la durée du phénomène est de dix-sept minutes.

4° 64 **Baleine** (5,5 grandeur), le 9 mars, de 5^h46^m à 6^h50^m du soir. L'étoile disparaît subitement derrière la partie obscure du disque de la Lune, en un point situé à 24° au-dessus du point le plus à gauche, et reparaît dans la partie méridionale, à 6° à droite du point le plus bas. L'occultation est visible dans une partie de l'Europe occidentale.

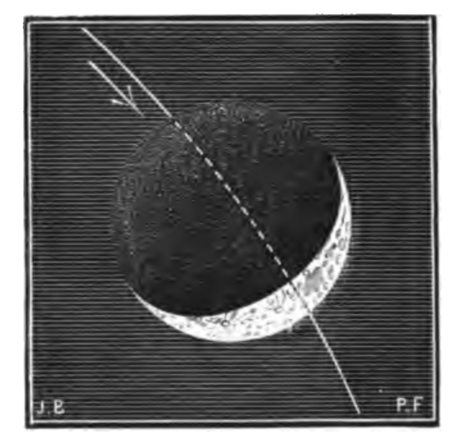
5° ζ' **Baleine** (4° grandeur), le 9 mars, de 6^h47^m à 7^h53^m du soir. Cette seconde occultation de la soirée est représentée *fig.* 30 et est visible dans la plus grande partie de


Fig. 29.



Occultation d'Uranus par la Lune, le 21 février, de 6^h10^m à 6^h46^m du matin.

Fig. 30.



Occultation de ζ' Baleine par la Lune, le 9 mars, de 6^h47^m à 7^h53^m du soir.

l'Europe occidentale. A Paris, l'étoile s'éteint à 29° à gauche du point le plus septentrional du disque lunaire, pour reparaître à 39° à droite et au-dessus du point le plus méridional.

Occultations diverses.

Les astronomes pourront encore, suivant les régions de la Terre qu'ils habitent, être témoins des occultations importantes qui suivent.

1° β **Vierge** (3,5 grandeur), le 19 février, 11^h du matin, temps moyen de Paris. L'occultation sera observable dans les deux Amériques.

2° η **Vierge** (3,5 grandeur), le 20 février, 11^h45^m du soir. Dans les mêmes contrées que la précédente.

3° **Jupiter**, le 21 février, vers 1^h47^m du matin. L'occultation sera observable dans la majeure partie de l'Europe méridionale et dans le Nord et tout le centre de l'Afrique.

4° γ' **Vierge** (3° grandeur), le 21 février, 9^h du matin. Observation à faire dans l'Afrique méridionale et dans le sud de l'Amérique méridionale.

5° β[1] Capricorne (3° grandeur), le 2 mars, vers 7ʰ du matin. Visible dans le sud de l'Amérique méridionale.

6° Aldébaran est occulté pour la troisième fois de l'année, le 12 mars, à 11ʰ36ᵐ du matin. L'occultation sera visible avec une lunette astronomique, en plein jour, dans l'Europe et l'Asie et une partie de l'Afrique.

7° 130 Taureau (6° grandeur), le 13 mars, de 4ʰ58ᵐ à 6ʰ10ᵐ du soir. Visible dans le nord de la France et dans les Iles Britanniques.

Le 18 février, à 2ʰ du matin, la distance de la Lune à la Terre est périgée, 357 500ᵏᵐ. Diamètre lunaire = 33′28″,6.

Le 2 mars, à 4ʰ du soir, la distance de la Lune à la Terre est apogée : 406 100ᵏᵐ Diamètre lunaire = 29′28″,2.

Mercure. — Mercure va se présenter dans les meilleures conditions de visibilité pendant près d'un mois, le soir, peu après le Soleil couchant. La planète se rapproche de la Terre et son diamètre va en augmentant. Dans le mois de mars, le crépuscule est peu intense, aussi peut-on distinguer à l'œil nu, semblable à une étoile de première grandeur, la rapide planète. Aujourd'hui, grâce aux instruments que l'industrie moderne produit à si bon marché tous les observateurs peuvent trouver cette planète, toujours si difficile à reconnaître et que Copernic n'a jamais pu apercevoir.

Jours.	Passage Méridien.		Coucher.		Différence Soleil.	Constellation.
5 Mars	0ʰ43ᵐ	soir.	6ʰ31ᵐ	soir.	0ʰ43ᵐ	Poissons.
7 »	0 49	»	6 45	»	0 54	»
9 »	0 54	»	6 58	»	1 4	»
11 »	0 59	»	7 12	»	1 15	»
13 »	1 4	»	7 25	»	1 25	»
15 »	1 8	»	7 37	»	1 34	»

Le 19 février, Mercure est en conjonction avec Vénus, à 11°22′ au Sud. Le 24, il passe derrière le Soleil.

Le 10 mars, le diamètre de Mercure est de 5″,6. La distance de cet astre à la Terre est de 177 millions de kilomètres et au Soleil de 47 millions de kilomètres.

Vénus. — La brillante planète, encore visible le soir, durant la première quinzaine de février, en plein jour, passe, le 18 février, à 8ʰ du soir, entre le Soleil et la Terre. A ce moment, la planète tourne vers nous la partie obscure de son disque et ne peut être aperçue même avec une lunette. Vénus, *Lucifer* ou *Étoile du matin*, s'offrira ensuite à nos regards dans le ciel de l'Orient, et précédera le Soleil d'une heure et demie environ, pendant trois mois.

Nous engageons vivement tous les astronomes amateurs et les personnes qui aiment cette belle Science astronomique si passionnante, à chercher le dernier instant de visibilité de *Vesper*, avant sa conjonction inférieure, les 13, 14, 15, 16 février, et le premier instant de visibilité de *Lucifer*, les 21, 22, 23, 24, 25 et 26 février. Il y a là une question scientifique très intéressante à résoudre et la solution sera celle que donneront les lecteurs de *L'Astronomie*. Vue dans une lunette, Vénus présentera alors un croissant extrêmement délié, pareil à celui offert par notre satellite le second jour avant ou après la Nouvelle Lune.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellation.
26 Février......	5h34m matin.	11h15m matin.	1h16m	VERSEAU.
28 »	5 25 »	11 4 »	1 21	»
3 Mars........	5 12 »	10 48 »	1 28	»
6 »	5 1 »	10 34 »	1 33	»
9 »	4 50 »	10 21 »	1 38	»
12 »	4 42 »	10 10 »	1 40	»
15 »	4 34 »	10 0 »	1 42	»

Les 4, 5 et 6 février, on pourra voir Vénus en plein midi, à cause de son voisinage avec la Lune. Les 2, 3, 4 mars, on pourra suivre la planète dans le ciel, en plein jour, non loin de notre satellite.

Le 18 février, le diamètre de Vénus est de 60″,6 et le 1er mars de 56″,6. Sa distance à la Terre est de 43 millions de kilomètres et au Soleil de 106 millions de kilomètres, le 1er mars.

MARS. — La planète Mars arrivera en opposition avec le Soleil, le 6 mars, à midi, et passera au méridien aux environs de minuit. Il faut profiter de ces circonstances si favorables pour observer cette remarquable planète que l'on reconnaîtra si facilement à sa teinte d'un rouge vif bien prononcé, d'abord dans la Vierge, puis dans le Lion, entre les étoiles σ et ι de cette dernière constellation. Les observateurs trouveront dans les *Terres du Ciel* tous les documents de nature à les intéresser et à leur faire connaître les détails de la surface de ce monde voisin.

Mars continue son mouvement rétrograde. Le 20 février, à 6h du matin, la planète sera en conjonction avec la Lune, à 3°50′ au nord de notre satellite.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellations.
19 Février........	7h 2m soir.	1h39m matin.	VIERGE.
23 »	6 40 »	1 19 »	LION.
27 »	6 16 »	0 58 »	»
3 Mars..........	5 52 »	0 37 »	»
7 »	5 28 »	0 15 »	»
9 »	5 11 »	minuit.	»
12 »	4 53 »	11 43 soir.	»

Le 1er mars, la planète a un diamètre de 16″,2; sa distance à la Terre est de 100 millions de kilomètres et au Soleil de 246 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* se maintient toujours à une faible hauteur au-dessus de l'horizon; elle est très facile à découvrir à la simple vue ou avec une jumelle marine, dans la constellation du Sagittaire où elle poursuit sa marche directe (voir *fig.* 6, N° de janvier). Le 23 février, elle passera entre les étoiles δ et ν, à 1° au sud de cette dernière double. Le 15 mars, elle sera très rapprochée de l'étoile multiple χ.

Jours.	Lever de Cérès.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Février........	4h45m matin.	8h49m matin.	SAGITTAIRE.
22 »	4 35 »	8 39 »	»
26 »	4 25 »	8 29 »	»
2 Mars..........	4 15 »	8 19 »	»
6 »	4 5 »	8 9 »	»
10 »	3 54 »	7 59 »	»
14 »	3 44 »	7 49 »	»

Coordonnées au 9 mars : Ascension droite 19^h9^m. Déclinaison $23°41'$S.

Pallas est en mouvement direct dans le Taureau de Poniatowski, bien en dehors des constellations zodiacales : elle traverse un coin du ciel où les étoiles sont nombreuses.

Jours.	Lever de Pallas.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Février........	1^h32^m matin.	8^h10^m matin.	TAUREAU DE PONIATOWSKI.
22 »	1 19 »	7 59 »	»
26 »	1 5 »	7 47 »	»
2 Mars..........	0 50 »	7 36 »	»
6 »	0 36 »	7 24 »	»
10 »	0 22 »	7 12 »	»
14 »	0 7 »	7 0 »	»

Coordonnées au 9 mars : Ascension droite 18^h23^m. Déclinaison $9°56'$N.

Junon continue son mouvement direct dans l'Écu de Sobieski, presque à égale distance (voir *fig.* 6) de Cérès et de Pallas.

Jours.	Lever de Junon.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Février.........	2^h42^m matin.	7^h52^m matin.	ÉCU DE SOBIESKI.
22 »	2 30 »	7 40 »	»
26 »	2 17 »	7 28 »	»
2 Mars..........	2 3 »	7 16 »	»
6 »	1 50 »	7 3 »	»
10 »	1 37 »	6 51 »	»
14 »	1 24 »	6 39 »	»

Coordonnées au 9 mars : Ascension droite 18^h2^m. Déclinaison $10°44'$S.

Vesta ne cesse d'être observable chaque soir dans le Taureau, à l'intérieur du quadrilatère que forment les étoiles α, ε, β et ξ de cette constellation, d'abord à l'ouest puis à l'est de ι Taureau, à 20′ au nord de laquelle elle passe le 4 mars. Il faut se hâter de l'observer dans ces conditions si favorables. Sa marche est toujours directe.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Vesta.	Constellation.
17 Février.........	6^h53^m soir.	2^h41^m matin.	TAUREAU.
21 »	6 40 »	2 29 »	»
25 »	6 27 »	2 18 »	»
1er Mars..........	6 14 »	2 6 »	»
5 »	6 2 »	1 56 »	»
9 »	5 50 »	1 45 »	»
13 »	5 39 »	1 35 »	»

Coordonnées au 9 mars : Ascension droite $4^h59^m,5$. Déclinaison $22°7'$N.

JUPITER. — Cette belle planète et ses satellites peuvent être observés chaque soir, avec une jumelle marine ou une lunette astronomique. Jupiter rétrograde dans la Vierge, d'abord à l'est de l'étoile η, puis à l'ouest. Le 5 mars, la planète est en conjonction avec cette dernière étoile, à 12′ au Nord, de sorte que, pendant plusieurs jours, on peut apercevoir les deux astres dans le champ d'une même lunette. Le 21 février, au matin, Jupiter sera occulté par la Lune.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
15 Février........	8h41m soir.	2h41m matin.	VIERGE.
19 »	8 23 »	2 24 »	»
23 »	8 4 »	2 6 »	»
27 »	7 46 »	1 49 »	»
3 Mars..........	7 28 »	1 32 »	»
7 »	7 10 »	1 15 »	»
11 »	6 51 »	0 57 »	»

Le 1er mars, le diamètre de Jupiter est de 40″8. Sa distance à la Terre est de 669 millions de kilomètres et au Soleil de 807 millions de kilomètres.

Éclipses des satellites de Jupiter.

22 Février..........	10h25m soir.	Immersion du	1er	satellite.
10 Mars...........	8 40 »	»	»	»
» »	9 8 »	Émersion	3	»
11 »	10 55 »	Immersion	4	»

SATURNE. — Le 10 février, Saturne passera à 10′ au nord de η Gémeaux, puis continuera sa marche rétrograde jusqu'au 3 mars. L'étoile et la planète ne cesseront d'être observables dans le champ d'une jumelle marine. Le 14 mars, à 2h du matin, Saturne sera en conjonction avec la Lune, à 4°27′ au Nord.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
18 Février.........	8h12m soir.	4h11m matin.	GÉMEAUX.
22 »	7 56 »	3 55 »	»
26 »	7 40 »	3 39 »	»
2 Mars..........	7 24 »	3 23 »	»
6 »	7 9 »	3 8 »	»
10 »	6 53 »	2 52 »	»
14 »	6 38 »	2 37 »	»

Le 1er mars, Saturne a un diamètre de 17″4. Sa distance à la Terre est de 1277 millions de kilomètres et au Soleil de 1336 millions de kilomètres.

URANUS. — Uranus est en mouvement rétrograde dans la Vierge, non loin et un peu au sud-est de Jupiter. La planète forme sensiblement le sommet d'un triangle isocèle dont la base est la ligne qui unit les étoiles γ, η Vierge. Ce sommet est au sud de la base. Ces indications suffisent amplement pour distinguer Uranus à l'œil nu, semblable à une étoile de 6e grandeur.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
20 Février........	8h33m soir.	2h27m matin.	VIERGE.
25 »	8 13 »	2 7 »	»
2 Mars..........	7 53 »	1 47 »	»
7 »	7 31 »	1 26 »	»
12 »	7 11 »	1 6 »	»

Le 1er mars, Uranus a un diamètre de 4″,4. Sa distance à la Terre est de 2579 millions de kilomètres et au Soleil de 2712 millions de kilomètres.

Coordonnées au 1er mars : Ascension droite 12h25m51s. Déclinaison 1°58′30″S.

ÉTOILE VARIABLE. — Les minima suivants d'Algol sont observables :

28 Février.....	Diminution principale	10h 7m soir.	Minimum 11h33m soir.
3 Mars.......	» »	6 56 »	» 8 22 »

EUGÈNE VIMONT.

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS
Quai des Grands-Augustins, 55, à Paris.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE
DE
L'ASTRONOMIE
OU
CATALOGUE MÉTHODIQUE
DES OUVRAGES, DES MÉMOIRES ET DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES,
PUBLIÉS
DEPUIS L'ORIGINE DE L'IMPRIMERIE JUSQU'EN 1880,
PAR

J.-C. HOUZEAU, Directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles.
A. LANCASTER, Bibliothécaire de cet établissement.

Trois forts volumes grand in-8, à deux colonnes, se vendant séparément :

I[re] PARTIE : *Ouvrages* .... (*Sous presse.*)
II[e] PARTIE : *Mémoires*. Gr. in-8 de LXXXIX-2225 pages; 1885... **40 fr.**
III[e] PARTIE : *Observations*.. (*Sous presse.*)

DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.

Personne ne met en question l'utilité d'une Biographie générale de l'Astronomie, renfermant non seulement les Ouvrages publiés séparément, mais aussi les Mémoires et Notices, insérés dans les revues ou journaux, ainsi que dans les collections académiques. Ce travail, devenu en quelque sorte indispensable pour le progrès ultérieur des études, fait l'objet des vœux des astronomes de tous les pays. Il a été en projet, de différents côtés, depuis plusieurs années; il a même reçu un commencement d'exécution en ce qui touche certains objets spéciaux, tels que les catalogues d'étoiles par *Knobel*, les nébuleuses et les passages de Mercure par *Holden*. Nous l'avons entrepris, de notre côté, dans le sens le plus large, et nos matériaux sont dès à présent réunis et classés; il ne nous faut plus que quelques mois pour achever de les mettre en ordre.

Il est superflu de dire que le *Catalogue of scientific Papers*, publié par la Société Royale de Londres, et pour la période précédente le *Repertorium commentationum* de Reuss, ont fait partie des éléments mis en œuvre. Le premier nous a fourni près de 16000 articles, et le second environ 4000, qui ont été dûment transcrits, classés, et parfois complétés ou annotés. Mais certaines collections spéciales qui n'entraient pas dans ces Catalogues, ou qui n'y figuraient que d'une manière incomplète, ont été reprises par nous et dépouillées. Nous avons revu, par exemple, en remontant à l'origine de ces publications, le *Berliner astronomisches Jahrbuch* et la *Connaissance des Temps;* nous avons compulsé à nouveau, avec une attention particulière, les différents journaux astronomiques déjà dépouillés à Londres, tels que les *Correspondances* de Zach, allemande et française, le *Zeitschrift für Astronomie*, la collection importante des *Astronomische Nachrichten*, l'*Astronomical Journal* de Gould. Il a fallu faire un travail entièrement neuf sur d'autres publications qu'à Londres on avait négligées comme trop spéciales, ou bien qui n'ont paru que dans les années les plus récentes. Nous citerons entre autres les *Unterhaltungen* continuées par le *Wochenschrift für Astronomie*, le *Sidereal Messenger*, si rare en Europe, le *Giornale astronomico* de Colla, l'*Astronomical Register*, *The Observatory*, *Sirius*, le *Selenographical Journal*.

D'un autre côté, afin de mettre le travail à jour, il était également nécessaire de continuer jusqu'aux volumes publiés récemment le dépouillement des collections académiques et des journaux scientifiques. A Londres, on s'était arrêté à 1873. Nous avons ajouté, d'après l'inspection directe, les sept années suivantes. En un mot, aucune peine n'a été épargnée pour rendre notre travail aussi complet qu'il était possible.

Les Mémoires et dissertations ne formeront d'ailleurs qu'une des Parties de notre publication. Cette Biographie générale est divisée en trois Parties, portant respectivement pour titres : I. OUVRAGES, II. MÉMOIRES, III. OBSERVATIONS.

La deuxième Partie formant un desideratum plus immédiat, c'est par elle que nous avons commencé la publication. Voici les grandes divisions de ce volume :

I. *Histoire* de l'Astronomie, suivie de Notices biographiques d'astronomes.

II. *Astronomie sphérique*, comprenant ce qui se rattache au mouvement diurne, aux calculs de précession, de nutation, d'aberration et de réfraction, aux méthodes pour la latitude, la longitude et l'heure, enfin à la gnomonique.

III. *Astronomie mathématique*, où se trouve rassemblé ce qui concerne le mouvement tant géocentrique qu'héliocentrique des astres et le calcul de leurs orbites, les théories de la parallaxe et des éclipses, le calendrier.

IV. *Mécanique céleste :* théorie de la gravitation, calcul des perturbations, théorie de la Lune ; attraction des sphéroïdes, figure et rotation des corps célestes, marées.

V. *Astronomie pratique :* instruments et leur installation ; méthodes d'observation, corrections instrumentales ; appareils accessoires tels que micromètres, oculaires solaires, horizons artificiels, etc. ; marche des pendules et des chronomètres.

VI. *Astronomie physique :* spectroscopie, photométrie, photographie astronomique; considérations générales tant sur l'univers sidéral que sur le système planétaire; comètes, météorites, Astronomie stellaire.

VII. *Monographies* des corps de notre système, contenant pour chacun d'eux la constitution physique, les dessins, les dimensions, etc.

La première Partie paraîtra dans le cours de 1886, et la troisième Partie suivra de près.

A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 1872

55, rue de Chabrol, à Paris.

Fig. 1

Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. Monture équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).

L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles. Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	OCULAIRES. Terrestres. Nombre.	Grossissements.	Célestes. Nombre.	Grossissements.	PRIX.
$0^{m},108$	$1^{m},60$	$0^{m},15$	$0^{m},18$	1	80	3	100, 160 et 270	1450
$0^{m},135$	$1^{m},90$	$0^{m},15$	$0^{m},18$	1	90	4	100, 150, 200 et 450	2500

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES. Terrestres. Nombre.	Grossissements.	Célestes. Nombre.	Grossissements.	PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
$0^{m},075$	1^{m} »	1	50	2	80 et 150	275	25
$0^{m},081$	$1^{m},30$	1	55	3	75, 120 et 200	360	35
$0^{m},095$	$1^{m},45$	1	60	3	85, 130 et 240	465	35
$0^{m},108$	$1^{m},60$	1	80	3	100, 160 et 270	650	35

Fig. 2.



Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES. Terrestres. Nombre.	Grossissements.	Célestes. Nombre.	Grossissements.	PRIX. Sans chercheur.	Avec chercheur.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
$0^{m},057$	$0^{m},85$	1	35	1	90	100	135	25
$0^{m},061$	$0^{m},90$	1	40	1	100	140	175	25
$0^{m},075$	1^{m} »	1	50	2	80 et 150	190	225	25

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. **35** fr.

Écran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... **15** fr.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 3. Mars 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

PARIS : 12 fr. — DÉPARTEMENTS : 13 fr. — ÉTRANGER 14 fr.

PRIX DU NUMÉRO : 1 fr. 20 c.

La REVUE paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 3 (MARS 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.
BERTHELOT. — Sur les signes des métaux rapprochés des signes des planètes.
YOUNG. — Les problèmes actuels de l'Astronomie.
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
HIRN. — Causes de la détonation des bolides.
TERBY. — La géographie de la planète Mars.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. — **Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Venus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées à **M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy** ; *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**

Le plan du Journal comporte une grande variété d'articles. Chaque Numéro contient des descriptions de science populaire rédigées pour les lecteurs qui ne font pas profession de science, pour les gens du monde en général; des études plus approfondies destinées aux astronomes amateurs; et des recherches intéressant les savants curieux de pénétrer de plus en plus les grands problèmes de la nature.

LE CENTENAIRE D'ARAGO.

Toutes choses passent vite sur notre petite planète tourbillonnante! Il y a déjà cent ans que l'illustre astronome est né; il y a déjà trente-trois ans qu'il est mort! Les existences humaines s'envolent comme les matins et les soirs,



Fig. 31.



et tout s'efface rapidement, hormis le bien qu'on a pu faire pour le progrès de l'humanité.

Arago, notre maître d'hier, était né le 26 février 1786.

Il est mieux de fêter les naissances que les morts. Fêter un départ est presque une ironie. Célébrer l'arrivée d'un grand esprit sur la Terre, c'est se réjouir d'un avènement utile et bienfaisant. La science et la patrie française s'honorent aujourd'hui en marquant par une brillante fête intellectuelle le centième anniversaire de la naissance du laborieux astronome, de l'élégant

écrivain, du brillant orateur, du grand citoyen qui, pendant plus d'un demi-siècle, a brillé à la tête de la science française et du progrès.

Arago est grand comme savant, plus grand encore par l'influence qu'il a exercée en répandant sur le monde les vérités absolues révélées par l'Astronomie moderne. Il est le véritable fondateur de l'Astronomie populaire.

*
* *

Né à Estagel (Pyrénées-Orientales), le 26 février 1786, il fut admis, à dix-sept ans, à l'École Polytechnique, où il ne tarda pas à prendre le premier rang. Au sortir de cette école, il entra à dix-neuf ans à l'Observatoire de Paris comme secrétaire du Bureau des Longitudes. En 1806, recommandé par Monge à l'empereur, il accompagna Biot, qui était chargé d'achever la mesure de l'arc du méridien terrestre, opération commencée par Delambre et Méchain depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone, et qui fut continuée jusqu'aux îles Baléares. Quand la guerre d'Espagne éclata, en 1808, Arago faillit être victime de la fureur des Majorquins qui le prenaient pour un espion; le capitaine d'un navire ne put le sauver qu'en le faisant enfermer dans la citadelle de Belver. Une frégate algérienne, qui devait le transporter à Marseille, fut capturée par un corsaire espagnol; on le conduisit au fort de Rosas, puis sur les pontons de Valamos. Rendu à la liberté, la tempête le poussa vers la côte de Bougie, et le dey d'Alger lui fit remplir les fonctions d'interprète sur un bateau pirate. L'intervention du consul français le délivra, et il put rentrer à Paris, en 1809, avec tous ses manuscrits.

Son heureux retour fut l'objet d'une sympathique manifestation. L'Académie des Sciences, contrairement à ses règlements, l'admit dans son sein, à vingt-trois ans, par 47 suffrages sur 52 votants. Il succédait à Lalande, dont le rare mérite, trop légèrement attaqué pendant sa longue carrière, a été universellement reconnu après sa mort. Ce ne furent pas seulement de pénibles travaux astronomiques et géodésiques que l'Institut voulut récompenser par cette élection, mais encore d'importantes recherches d'optique et de physique qui l'avaient déjà fait connaître au monde scientifique. Une anecdote assez curieuse vient se placer ici.

Le jeune savant n'avait pas satisfait à la loi de la conscription, et, à son retour en France, un général, à cheval sur les principes, lui enjoignit de fournir un remplaçant ou de partir lui-même avec le contingent du douzième arrondissement de Paris.

Toutes mes réclamations, toutes celles de mes amis ayant été sans effet, dit Arago lui-même, j'annonçai au général que je me rendrais sur la place de l'Estra-

pade, d'où les conscrits devaient partir, en costume dé membre de l'Institut, et que c'est ainsi que je traverserais à pied la ville de Paris. Le général fut effrayé de l'effet que produirait cette scène sur l'empereur, membre de l'Institut lui-même, et reconnut que j'avais suffisamment satisfait à la loi.

Les membres de l'Institut devaient toujours être présentés à l'empereur, après qu'il avait confirmé leur nomination. Le jour désigné, réunis aux présidents, aux secrétaires des quatre classes et aux académiciens qui avaient des publications particulières à offrir au chef de l'État, ils se rendaient dans un des salons des Tuileries. Lorsque l'empereur revenait de la messe, il passait une sorte de revue de ces savants, de ces artistes, de ces littérateurs :

Je dois le déclarer, dit Arago, le spectacle dont je fus témoin le jour de ma présentation ne m'édifia pas. J'éprouvai même un déplaisir réel à voir l'empressement que mettaient les membres de l'Institut à se faire remarquer.

« Vous êtes bien jeune, me dit Napoléon en s'approchant de moi; et sans attendre une réplique flatteuse qu'il n'eût pas été difficile de trouver; il ajouta : Comment vous appelez-vous?... »

Mon voisin de droite ne me laissant pas le temps de répondre à la question, assurément très simple, qui m'était adressée en ce moment, s'empressa de dire :

« Il s'appelle Arago.

— Quelle est la science que vous cultivez? »

Mon voisin de gauche répliqua aussitôt :

« Il cultive l'Astronomie.

— Qu'est-ce que vous avez fait? »

Mon voisin de droite, jaloux de ce que mon voisin de gauche avait empiété sur ses droits à la seconde question, se hâta de prendre la parole et dit :

« Il vient de mesurer la méridienne d'Espagne. »

L'empereur, s'imaginant sans doute qu'il avait devant lui un muet ou un imbécile, passa à un autre académicien.

Dès l'année 1813, Arago fonda à l'Observatoire le cours d'Astronomie populaire, qui devait jeter tant d'éclat sur son nom. Depuis cette année jusqu'en 1846, il recommença dix-huit fois ces belles leçons dont le succès est encore présent à toutes les mémoires. Pour répondre à l'empressement du public, un amphithéâtre spécial dut être construit. Mais aussitôt après la mort du maître, son successeur détruisit cet amphithéâtre pour le remplacer par des appartements. Depuis lors il n'y a plus eu en France de cours officiel d'Astronomie populaire. Les gouvernements qui se sont succédé n'ont pas paru comprendre l'importance sociale d'un tel enseignement.

Le nom d'Arago est resté, jusque dans les rangs les plus obscurs du peuple

des campagnes, le représentant de la science rendue utile sans avoir rien perdu de sa noblesse.

Depuis le moment où, en 1805, il sortit de l'École Polytechnique pour entrer à l'Observatoire de Paris, jusqu'à sa mort en 1853, Arago n'a pas cessé de faire chaque année des observations et des expériences d'une importance souvent capitale. En même temps, il a composé quarante-sept Notices biographiques, trente-trois Notices scientifiques, cinquante-six Mémoires ou Notes sur des faits nouveaux qu'il a découverts ou éclaircis, présenté soixante-trois rapports à l'Académie des Sciences, au Bureau des Longitudes ou à la Chambre des députés. Il a en outre rédigé son œuvre la plus importante (quoique de publication posthume) son *Astronomie populaire*.

En joignant à tous ces travaux différentes notes publiées dans la *Connaissance des temps*, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, les *Annales de Chimie et de Physique*, les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, le *Bulletin de la Société philomatique*, on trouve un total de près de cinq cents écrits divers. Il ne s'est pour ainsi dire pas écoulé un mois sans qu'il ait fait une communication de son propre fonds aux corps savants auxquels il a appartenu.

On ne peut énumérer les brillants comptes rendus qu'il donnait des Mémoires dont la présentation lui était confiée par tous les savants du monde. Dans ses improvisations académiques, il mettait tant de chaleur et de talent que les auteurs qui venaient de l'entendre trouvaient presque toujours qu'il avait fait ressortir les points saillants de leurs travaux beaucoup mieux qu'ils n'auraient pu le faire eux-mêmes. Après l'avoir écouté, les inventeurs avaient une plus haute idée de leurs propres découvertes.

*
* *

Rappelons sommairement ses travaux les plus importants. De concert avec Biot, il résolut une question astronomique capitale, celle des réfractions atmosphériques; il montra que la vitesse de la lumière qui nous vient des étoiles vers lesquelles la Terre marche est la même que celle de la lumière qui nous est envoyée des étoiles dont la Terre s'éloigne.

Arago a doté la physique de plusieurs découvertes importantes. Il adopta avec ardeur la *théorie des ondulations*, d'après laquelle le phénomène de la vision est produit par les vibrations d'un fluide insaisissable, l'éther, qui transmet à la vue les ondes lumineuses comme l'air transmet les sons à l'oreille; il montra que la lumière se meut moins vite dans le verre que dans l'air et, par cette expérience, détruisit le système de Newton, c'est-à-dire le *système de l'émission*, qui expliquait le phénomène de la lumière par une émanation directe des rayons lumineux.

Avec Malus et Fresnel, il étudia le mode de propagation de la lumière, et c'est à lui que l'on doit la découverte de la polarisation chromatique. En analysant la lumière du Soleil, il prouva qu'elle n'émane pas d'une masse solide ou liquide incandescente, mais d'une enveloppe gazeuse, et que la queue des comètes brille, en partie du moins, d'une lumière d'emprunt. Les plus habiles physiciens avaient toujours regardé le phénomène de la scintillation des étoiles comme inexplicable; Arago a démontré qu'il fallait l'attribuer à l'interférence des rayons lumineux qui ont traversé des couches d'air de densité différente. Il soutint et propagea la belle découverte de Niepce et de Daguerre pour lequel il demanda une pension au gouvernement. Enfin, sur les pas d'Œrsted et d'Ampère, il étudia l'électro-magnétisme et ouvrit l'ère de la télégraphie. Il établit, à l'Observatoire même, les observations magnétiques qui malheureusement n'ont pas été continuées. C'est lui également qui engagea Le Verrier à chercher la planète Neptune par l'analyse mathématique des perturbations d'Uranus, découverte admirable, la plus splendide de l'Astronomie moderne.

Quand Arago devait prendre la parole à l'Académie sur un sujet important c'était un véritable événement. « Nous savons par tradition, disait M. Janssen à propos de l'inauguration de la statue de Perpignan, nous savons par tradition l'impression que causa, par exemple, la séance où Arago exposa la découverte de Daguerre, et l'intérêt, le plaisir, l'admiration que l'on éprouva dans la salle en entendant ce grand maître dans les mystères de la lumière révéler les opérations qui permettaient de fixer l'image de la chambre obscure. Parmi tant d'applications que sa perspicacité prévoyait à l'admirable découverte, celles qui concernaient l'Astronomie l'avaient surtout frappé. M. Faye, élève d'Arago et notre éminent confrère, a soutenu cette idée si juste, et a signalé à plusieurs reprises tout le parti que l'on pourrait tirer des applications de la Photographie aux phénomènes célestes. »

Rappelons encore les séances où Arago expliqua le succès des opérations du forage du puits artésien de Grenelle, dont il avait voulu doter la capitale et que nous devons à sa sagacité et à la persévérance avec laquelle il sut triompher de l'incrédulité générale.

Son influence sur le mouvement des sciences dans la première moitié du dix-neuvième siècle a été immense; par ses conseils comme par ses travaux, un grand nombre de voies nouvelles se sont ouvertes, et un grand nombre de vérités ont été conquises. — Il n'est pas sans intérêt de se souvenir que toute cette destinée aurait changé si Napoléon avait mis à exécution son désir d'aller se réfugier en Amérique et de s'y livrer à l'étude pacifique des sciences : il avait choisi Arago pour secrétaire.

Remarque digne d'attention, comme ministre de la marine en 1848 et

membre du Gouvernement provisoire, c'est Arago qui fit adopter et signa l'acte d'abolition de l'esclavage dans les colonies françaises. On lui demandait de ne pas décider la mise en liberté immédiate des esclaves, de n'ordonner leur affranchissement que par termes successifs; il répondit : « Je ne remettrai pas au lendemain un acte qui libère des opprimés. Si je ne signais pas aujourd'hui, qui sait si l'esclavage ne durerait pas encore de longues années sur le sol français! »

Il signala en même temps son passage aux affaires par l'abolition des peines corporelles qui déshonoraient à cette époque notre code pénal maritime. « On croira difficilement, écrivait l'amiral Mouchez, que notre génération ait été encore témoin d'un tel reste de barbarie. Quand je me rappelle les tortures morales que me faisait éprouver la vue de ces supplices, auxquels mon service m'obligeait quelquefois d'assister, je ne saurais trop bénir le nom d'Arago et le régime qui nous débarrassa enfin de ces honteux vestiges des siècles passés. Tous ceux qui, comme moi, ont assisté à cette transition, sont unanimes à reconnaître que l'abolition de ce code barbare a eu la plus heureuse influence sur la discipline à bord de notre flotte et sur l'esprit de nos équipages. Aucune marine du monde n'a jamais eu et n'aura jamais un personnel plus admirablement dévoué, plus affectionné envers ses chefs et animé d'un meilleur esprit que celui de nos braves et excellents matelots d'aujourd'hui; et ce n'est pas un de mes moindres regrets, en terminant ma carrière, de ne plus avoir à vivre de la vie austère de ces hommes de mer, au milieu de ces braves gens dont la France entière a appris à apprécier le mâle caractère, les nombreuses et solides qualités pendant les si désastreux événements qui ont accompagné la fin de l'empire. »

Par l'abolition des peines corporelles, Arago a eu certainement une grande part dans cette notable amélioration de notre personnel marin, qui, moins que tout autre, méritait un régime exceptionnel aussi déplorable; c'est certainement un des plus beaux titres d'Arago à la reconnaissance de la nation.

Ces actes honorent sa mémoire, comme ses découvertes honorent sa patrie.

*
* *

Passionné pour la vérité, aimant la science pour elle-même et non pas comme moyen d'arriver à la fortune ou aux places grassement rétribuées [1],

[1] Arago s'éleva souvent avec éloquence contre le cumul, et il en donna l'exemple lui-même. Tous ses appointements réunis ne se sont jamais élevés à la somme de *dix mille francs*. On aimerait revoir de pareils exemples, surtout à une époque de difficultés budgétaires telles que les nôtres. Mais, au contraire, nous pourrions citer ici des savants qui sont investis de plus de quinze places rétribuées!

avide de répandre partout la lumière, il sentait que, s'il est beau de conquérir les secrets de la nature, il est encore plus beau et plus utile de répandre sur toutes les classes la lumière apportée par les sciences positives. C'est lui qui rendit publiques les séances de l'Académie des Sciences, et qui fonda les *Comptes rendus* de ces séances.

Il cultiva et professa la science librement, impartialement, sans se préoccuper des contradictions religieuses ni des préjugés d'un autre âge qui, trop souvent, ont arrêté les progrès de l'instruction générale.

Après le coup d'État du 2 décembre, le grand citoyen refusa de prêter serment; mais on n'osa pas le faire descendre du piédestal de l'Observatoire, on attendit patiemment sa mort, qui arriva trop tôt. Son successeur fut celui dont il avait lui-même, depuis dix ans, exalté le mérite, mais qui, moins soucieux des libertés publiques et plus amoureux des terrestres grandeurs s'était rapidement tourné vers le soleil levant (1).

Comme l'a dit éloquemment l'amiral Mouchez, on peut définir d'un mot le grand rôle d'Arago : « Il a été le plus puissant promoteur scientifique de son siècle, il en a été aussi le premier et le plus grand vulgarisateur.

« Il avait compris que, dans une nation comme la nôtre, où malgré les progrès accomplis on rencontre encore parfois tant d'ignorance et de superstitions, le premier et le plus impérieux besoin étant le développement de l'instruction publique à tous les degrés, le premier devoir des savants est d'éclairer le peuple, de mettre à sa portée le fruit de leurs travaux, de répandre le goût de la science et des hautes études. Comme les privilégiés de la fortune, les privilégiés de l'intelligence conctractent, dans nos sociétés démocratiques modernes, une grande dette de solidarité envers leurs concitoyens; en s'en acquittant, ils contribuent de la manière la plus efficace à l'union des classes, à l'apaisement des esprits et au relèvement du niveau intellectuel et moral de la nation, tout en justifiant leur supériorité. »

L'étude approfondie de l'Astronomie, la plus vaste des sciences humaines, avait admirablement développé chez Arago toutes les belles facultés dont il était doué.

Aucune science, en effet, ne peut davantage élever l'intelligence de l'homme capable d'en poursuivre l'étude jusqu'à ses dernières limites; la contemplation des merveilleuses lois de la gravitation universelle, les dimensions, la quantité prodigieuse des corps célestes, l'immensité des temps et des espaces dans lesquels ils poursuivent leurs mystérieuses révolutions

(1) On connaît l'anecdote des décorations : Le Verrier venait d'en recevoir une nouvelle et tenait à l'ajouter aux constellations de son habit brodé, mais il n'en avait encore reçu que le brevet. — « Ouvrez le tiroir de ce bureau, lui dit Arago, et cherchez-la; elle doit y être depuis une vingtaine d'années, mais le ruban est encore tout frais. »

(immensité que nos faibles éléments terrestres sont impuissants à mesurer), placent continuellement l'esprit de l'astronome en présence de cet infini qu'il ne pourra jamais embrasser, malgré les plus profondes méditations du génie.

La plupart des astronomes célèbres ont été des hommes d'une haute puissance intellectuelle, d'une complète indépendance de caractère et d'opinion, ayant conscience de leur force, affranchis de tous les préjugés de tradition, sans autre passion que le culte de la science et la recherche de la vérité.

Quelque haut que soit le génie d'un homme, quelque importantes que soient ses découvertes, il peut bien acquérir, par la Science, une grande et légitime illustration; mais les qualités morales, la grandeur d'âme, la noblesse du caractère, la générosité du cœur mises au service d'un dévouement exclusif au bien public, peuvent seuls faire acquérir cette popularité profonde, cette sympathie universelle, dont le nom d'Arago est resté entouré.

Ce nom vivra pendant de longs siècles dans le cœur de tous les véritables amis de la science et du progrès; c'est l'un des noms les plus sympathiques de tous ceux qui ont illustré la France. Lorsqu'il y a quelques années, en 1879, son pays natal lui éleva la statue dont nous avons reproduit plus haut l'image, ce n'est pas Perpignan, ce n'est pas le Roussillon, ce n'est pas la France seulement qui ont célébré l'immortalité du penseur: c'est l'humanité intelligente tout entière. La statue d'un roi ou d'un conquérant est regardée par bien des yeux mouillés de larmes; celle d'un savant tel qu'Arago est saluée avec amour et admiration par tous ceux qui comprennent les véritables aspirations des peuples et la grandeur de l'humanité (1).

CAMILLE FLAMMARION.

LES AURORES BORÉALES.

[*Suite* (2).]

5° *Rayons auroraux. — Couronnes polaires.*

Lorsque les rayons ne sont pas associés à des arcs, ils se présentent sous forme de colonnes lumineuses dont la direction passe en général près du zénith magnétique. Ceux qui se trouvent dans la direction du Nord ou du Sud paraissent verticaux; les autres prennent des directions plus ou moins

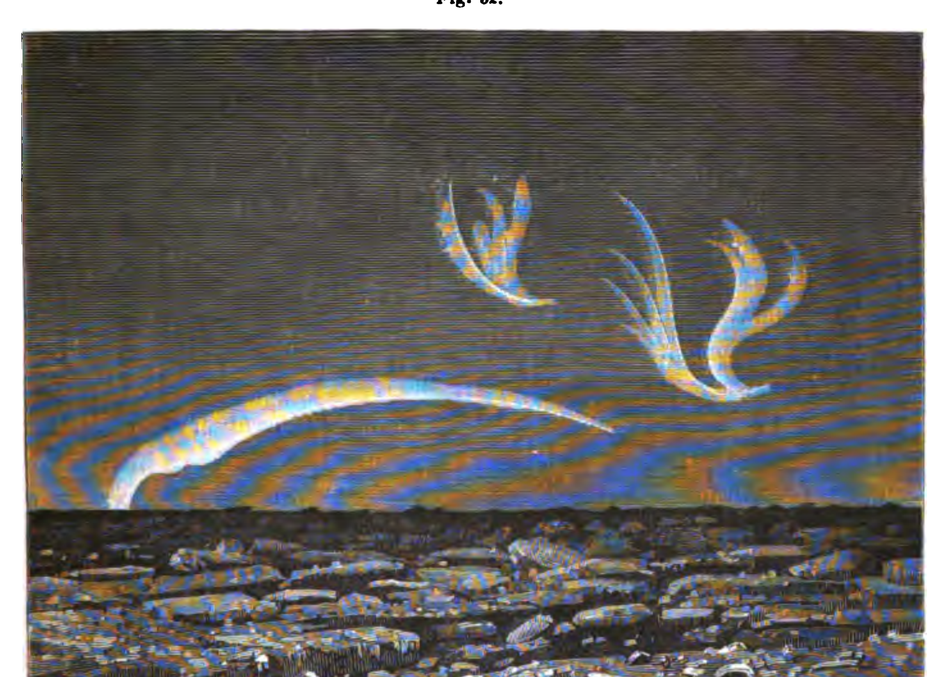
(1) Nous sommes seuls (la Rédaction de *l'Astronomie*) à saluer ici, à Paris, ce centenaire d'Arago. La Ville de Paris, représentée par son Conseil municipal, a refusé de s'associer à l'Observatoire, sous prétexte que l'intègre citoyen n'a jamais tué personne sur les barricades. C'est au nom des journées de juin 1848 que l'on traite Arago de « républicain indigne ».

(2) Voir *L'Astronomie*, février 1886, p. 57.

inclinées sur l'horizon. Leurs dimensions sont très variables; en longueur ils atteignent depuis 2° ou 3° jusqu'à la moitié de la voûte céleste; quant à leur largeur, elle ne dépasse jamais 2° ou 3°. La direction de ces rayons n'est pas toujours telle que nous venons de l'indiquer, car Bravais a remarqué des rayons qui se coupaient et passaient les uns sur les autres.

Ces rayons sont nettement arrêtés sur les bords, principalement vers leurs

Fig. 32.



Aurore boréale du 3 mars 1879, à 9h 50m du soir. (Voyage de la Véga.)

pieds. Leur lumière est plus vive que celle des arcs; mais cependant ils se laissent comme ceux-ci traverser par l'éclat des étoiles. Leur nombre est indéterminé; tantôt très nombreux ils constituent une espèce d'arc; tantôt plus espacés ils forment un paquet fibreux que l'on peut comparer à des cirrus. Leur mouvement, qu'il soit latéral de gauche à droite ou réciproquement, parallèlement à eux-mêmes; où longitudinal, c'est-à-dire de l'horizon au zénith ou à l'inverse, peuvent être extrêmement rapides. Bravais cite l'observation qu'il a faite à Bossekop, le 11 octobre 1838, d'un rayon qui, en 27 secondes avait parcouru un espace angulaire de 90°.

Le mouvement longitudinal ou *vibratile* offre quelques particularités curieuses. Lorsque le rayon s'allonge soit vers le zénith soit vers l'horizon,

on dit qu'il *darde;* d'autres fois ce même rayon s'abaisse et remonte alternativement; on dit alors qu'il *joue* ou qu'il *danse*. C'est ce que les auteurs du XVIe siècle appelaient les *chèvres bondissantes*, les *feux volants*. Cette apparence de l'aurore porte au Canada le nom de *marionnettes*, et celui de joyeux danseurs (*merry dancers*) aux îles Shetland.

Lorsque tous les rayons convergent vers le zénith magnétique il en résulte l'apparence d'une couronne munie de rayons; on a donné le nom de *couronne boréale* à ce phénomène. Le centre de la couronne est lumineux ou obscur selon que les rayons se prolongent ou non jusqu'au zénith; si les rayons ne se montrent que d'un côté, alors la couronne est incomplète. On trouvera dans notre prochain numéro une figure représentant une aurore australe observée à Melbourne (Australie), le 2 septembre 1859, à $10^h 26^m$ du soir, qui donne un exemple de la couronne complète.

L'aspect d'une aurore à couronne offre parfois le plus beau spectacle qu'une aurore boréale puisse montrer; c'est lorsque les rayons de la couronne entrent en mouvements rapides et se colorent en rouge et en vert d'un vif éclat. Dans ce moment, tant que la couronne reste brillante, les autres parties de l'aurore pâlissent pour reparaître lorsque la couronne disparaît.

Bien que rare dans nos latitudes, la couronne peut être observée assez loin du pôle. On peut citer deux exemples principaux : une couronne bien nette se montra à Paris dans la nuit du 25 au 26 octobre 1870; une autre ayant un très grand développement fut observée par de Mairan le 19 octobre 1726 et est figurée dans son *Traité de l'aurore boréale*.

6° *Aurores en draperies.*

Lorsque les rayons de l'aurore sont très nombreux il en résulte, comme nous l'avons vu, la formation d'une couronne où d'arcs radiés; mais si le phénomène se développe encore plus et prend une apparence plus irrégulière, on arrive alors à des formes qui constituent la plus belle manifestation de l'aurore boréale qui prend alors la forme d'une *draperie ondulante* dont certaines figures qui accompagnent cet article peuvent donner idée.

Dans beaucoup de cas, comme il est absolument impossible de se rendre compte de la distance qui sépare l'observateur du phénomène, on peut supposer être sous l'effet d'une illusion d'optique due aux différences d'intensité des rayons, mais dans d'autres cas, comme par exemple dans celui que représente la *fig.* 33, il est impossible de ne pas distinguer différentes nappes lumineuses s'enveloppant les unes les autres.

Ces sortes d'aurores sont en général beaucoup plus nettes dans leur bord inférieur et présentent l'aspect des plus belles couleurs. Vers la partie inférieure la teinte est ordinairement rose carminé et va se fondre en

remontant avec le blanc-jaunâtre du centre de l'aurore ; puis, vers le haut, la teinte devient verdâtre ou bleuâtre jusqu'à ce qu'elle aille se perdre dans le ciel. Si l'on ajoute à cela le mouvement ondulatoire incessant qui agite toutes ces parties, on arrive à se figurer la splendeur magique de ce phénomène.

Nous publierons le mois prochain une figure représentant une autre forme que peut prendre l'aurore, qui a l'apparence, dans ce cas, d'un long ruban plusieurs fois replié sur lui-même et du bord duquel s'échappent une grande quantité de rayons. Ce phénomène a été observé et dessiné par Whymper dans l'Alaska.

Une autre forme curieuse et que l'on a pu observer plusieurs fois à Bossekop est celle qui se termine par une sorte de ruban nébuleux se repliant en crochet.

III. — Caractères physiques des aurores polaires.

1° *Lumière des aurores polaires.*

Dans les aurores polaires la couleur dominante est le blanc plus ou moins tirant sur le jaune, principalement dans celles appartenant aux trois premiers types. L'aurore est d'autant plus jaune qu'elle est plus vive. Dans d'autres cas, l'aurore prend le ton rouge-carminé et souvent elle est entièrement de cette teinte qui se retrouve assez souvent dans des rayons isolés.

Les plus brillantes couleurs sont celles des aurores à mouvements rapides, comme les arcs radiés, les couronnes et les draperies. Dans ce cas le centre de l'aurore est généralement d'une belle teinte jaune, tandis que le bas prend la teinte rouge et le haut la verte. Le rouge est presque toujours dans le sens du mouvement de l'aurore.

Si le mouvement se fait vers le bas, l'extrémité inférieure du rayon est nettement colorée en rouge; si au contraire il se fait vers le haut, la coloration en rouge disparaît en se mêlant à la teinte verte, ces deux couleurs s'annulant. Les observations de Weyprecht à la Terre-François-Joseph ont pleinement confirmé les résultats obtenus par la commission française à Bossekop.

Généralement, la teinte rouge est plus éclatante que la verte. Si la brume vient à cacher l'aurore, on peut encore apercevoir la teinte rouge qui traverse plus facilement le brouillard. Dans des aurores très vives la couleur jaune peut disparaître, tandis que le rouge et le vert persistent. Ce cas se présente principalement dans les couronnes.

La commission française à Bossekop observa, le 2 janvier 1839, un arc composé exclusivement de rayons verts, cas extrêmement rare, tandis qu'il est fréquent de voir des rayons isolés rouges.

Quelques observateurs ont signalé des cas où la couleur verte était remplacée par une teinte bleue où violette; c'est dans tous les cas une exception extrêmement rare.

D'après John Franklin, Mac-Clintock, Weyprecht, etc..., la coloration de l'aurore est en raison inverse de la pureté de l'atmosphère, les aurores les plus colorées apparaissant quand l'atmosphère est brumeuse et peu transparente.

L'intensité de la lumière émise par les aurores est très faible et il a été constaté par Bravais qu'à la lueur d'une aurore très éclatante, il était très difficile de lire du petit texte, cette lecture étant au contraire très facile à la lumière de la Pleine Lune.

D'après tous les savants qui ont observé les aurores, leur lumière ne dépasse guère celle de la Lune à son premier quartier. Une preuve indirecte peut être conclue du fait que la fréquence des aurores diminue pendant la Pleine Lune, ce qui prouverait que la lumière de celle-ci éteint celle d'un grand nombre. De Mairan, au siècle dernier, avait fait la remarque qu'on pouvait observer en moyenne trois fois plus d'aurores au moment de la Nouvelle Lune, depuis le commencement du Dernier Quartier jusqu'à la fin du premier, qu'autour de la Pleine Lune, depuis le commencement du Second Quartier jusqu'à la fin du troisième. L'aurore observée dans toute l'Europe centrale, le 4 février 1872, fait cependant exception; quant à celles qui auraient été vues en plein jour, il est plus que probable que l'on a pu prendre pour des aurores des nuages éclairés d'une manière particulière.

Une preuve du peu d'intensité de la lumière des aurores polaires est la facilité avec laquelle elles laissent passer la lumière des étoiles; si l'aurore est diffuse on peut apercevoir les étoiles de 4[e] et même de 5[e] grandeur: cependant, de même que, par une légère brume, la scintillation est moins grande que par un ciel pur. Argelander a prouvé, par ses observations, que le passage à travers la lumière de l'aurore, n'altère pas la position apparente des étoiles.

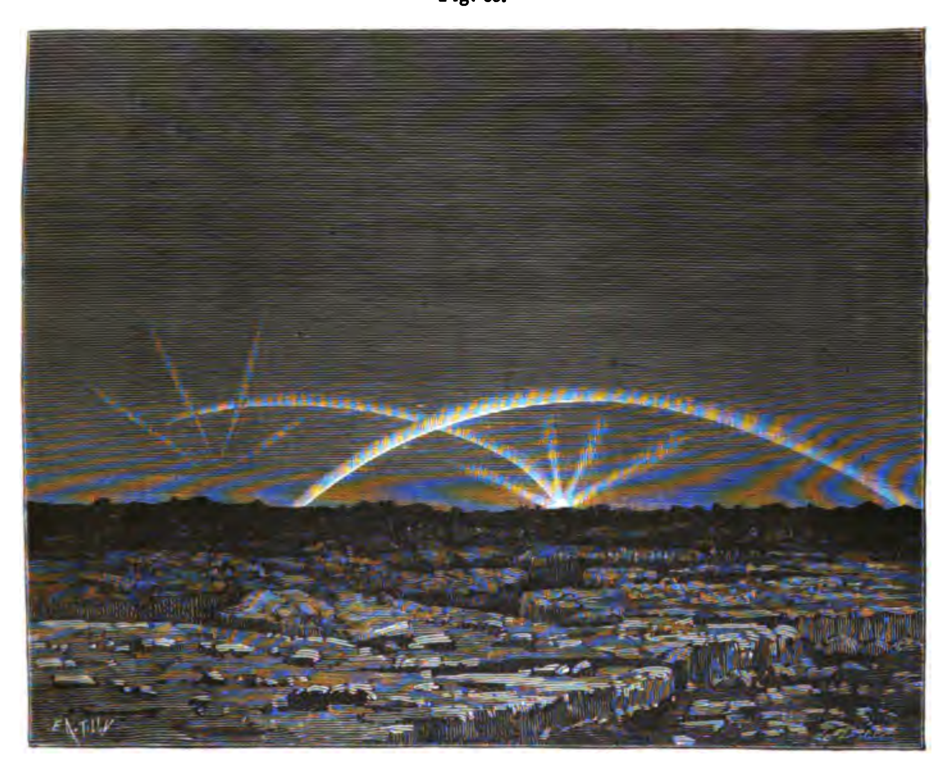
M. Nordenskiœld assure que l'on pourrait photographier en quinze minutes certaines aurores telles que celles qu'il a observées pendant l'hivernage de la Véga. On peut espérer que, grâce aux progrès accomplis par l'art de la photographie, on arrivera prochainement à obtenir des épreuves de ce phénomène, ce qui permettra de l'étudier beaucoup plus complètement qu'il n'a été possible de le faire jusqu'à présent.

La nature même de la lumière émise par les aurores polaires et son origine peuvent être déterminées par deux procédés. Le premier consiste à rechercher si la lumière de l'aurore présente ou non des traces de polarisation. On sait que la polarisation est une propriété qu'acquièrent les rayons

lumineux, soit par la réflexion, soit par la réfraction, et en vertu de laquelle ils deviennent incapables, par exemple, de traverser un prisme de spath d'Islande taillé et orienté d'une manière convenable ou de se réfléchir sur un miroir de verre incliné de 33°30′ sur les rayons. En étudiant une lumière au moyen des appareils connus, on reconnaît si cette lumière est naturelle ou si elle a déjà subi plusieurs réflexions ou réfractions.

En 1817 Biot étudia aux îles Shetland et en Écosse la lumière des aurores;

Fig. 33.



Aurore boréale du 5 mars 1879, à 1h 25m du matin. (Voyage de la Véga.)

plus tard Macquorn Rankine, Nordenskiœld et d'autres savants firent les mêmes études et tous se convainquirent de l'absence complète de polarisation. Arago, puis Baudrimont, en découvrirent bien quelques traces, mais cela ne peut infirmer les résultats précédents, car il suffit d'un nuage réfléchissant la lumière de l'aurore pour amener ces traces de polarisation. On peut donc admettre que les aurores, au contraire des halos et des périhélies, sont lumineuses par elles-mêmes. Une autre analyse confirme la notion précédente; c'est l'étude *spectroscopique*.

On sait que si une lumière émanée d'un corps solide ou liquide incandescent est projetée à travers un spectroscope sur un écran, on obtient le

spectre lumineux continu dans lequel la lumière passe successivement par les sept couleurs. Si, au contraire, la source lumineuse est à l'état gazeux, le spectre, loin d'être continu, est formé d'un certain nombre de raies brillantes séparées par des intervalles noirs. On détermine la nature du corps gazeux par le nombre, l'éclat et la position de ces raies.

Les travaux les plus importants publiés sur cette question sont ceux d'Angstrœm, de Struve, de Winlock, de Zœllner, de Vogel, de Rand Capron etc. : tous décident que la lumière de l'aurore donne le spectre à raies et que par conséquent son origine est un corps gazeux.

Avec un instrument de petites dimensions, le spectre de l'aurore ne donne qu'une raie d'un jaune vert. Si, au contraire, on opère avec un grand équatorial et un spectroscope de grandes dimensions, on trouve que la lumière de l'aurore se décompose en sept bandes lumineuses, dont les longueurs d'onde, exprimées en millionièmes de millimètres sont :

630. Ligne rouge très brillante.
557. Ligne jaune-vert, la plus brillante de toutes.
539. Ligne verte faible.
523. Ligne verte assez belle.
519. Ligne vert-bleu brillante.
500. Ligne bleue très brillante.
466. Position moyenne d'une bande violette assez large, un peu moins lumineuse en son milieu qu'aux deux bords.

On a beaucoup discuté sur les points de ressemblance du spectre de l'aurore et celui de la décharge électrique dans les gaz raréfiés. Angstrœm pense que le spectre de l'aurore est formé de deux parties indépendantes l'une de l'autre. D'abord, la ligne jaune-vert (557) caractéristique de l'aurore formerait, d'après lui, à elle seule un des spectres. D'après des opinions souvent controversées, l'ensemble des autres raies proviendrait du passage d'étincelles électriques dans l'air.

2° Bruit de l'aurore.

Dans certaines contrées du Nord, dans les Orcades, dans le Finmark, chez les Indiens de la baie d'Hudson, on affirme que l'aurore est toujours accompagnée d'un bruit particulier, ressemblant à un craquement ou au froissement d'une étoffe de soie. Les Lapons comparent ce bruit à celui que produisent les articulations des rennes pendant leur marche. Parmi les observateurs, ce bruit est affirmé par les uns et nié par les autres.

Pendant le séjour de la Commission française à Bossekop, il fut naturellement question d'établir si réellement les aurores boréales sont accompagnées d'un bruit quelconque. Bravais, pendant une magnifique aurore ne

put percevoir qu'un petit sifflement que l'on pouvait attribuer, d'après lui, à toute autre cause. Une autre fois, Lottin crut entendre comme un faible pétillement, mais qui pouvait provenir, dit-il, de la marche de quelque animal sur la neige durcie. M. Siljestrœm éprouva la même illusion ; de même M. Thomas, ingénieur des mines à Kaafiord, assimile le bruit perçu


Fig. 34.



Aurore polaire observée à Paris le 4 février 1872.

par lui au froissement de la paille. Mais il ajoute que ce bruit ne se fit entendre que lorsque les rayons de l'aurore étaient proches du zénith.

Les membres de la Commission française se prononcèrent néanmoins contre l'existence du bruit de l'aurore. A ce propos, voici ce que dit Bravais :

Quoique je n'ose contester la validité de tous les témoignages qui le mentionnent, on peut cependant conclure que ce bruit se fait entendre très rarement... D'ailleurs pendant ces observations, l'oreille peut être trompée par plusieurs causes d'erreur, contre lesquelles on ne saurait être trop en garde; tels sont le sifflement du vent, le tourbillonnement de la neige, le murmure lointain de la mer, le craquement de la neige qui se congèle après un commencement de fusion, etc.

Malgré les diverses causes d'erreur citées plus haut, il ne faudrait pas se

presser de révoquer en doute un grand nombre d'affirmations provenant de personnes expérimentées, ainsi que l'opinion si généralement répandue chez les peuples qui vivent près des régions arctiques.

On affirme même que dans les basses latitudes ce bruit s'est fait également entendre à l'époque de l'apparition de certaines aurores polaires. Messier, en 1762, le signale; les astronomes Brorsen et Hansteen sont convaincus de sa réalité. On raconte que le gardien du phare de Sumburgh Head, dans les Shetland, discernait si bien ce bruit, qu'une fois, dans une pièce dont tous les volets étaient fermés, il devina à ce bruit même qu'une aurore venait de se manifester. Ajoutons encore le fait de l'aéronaute Rollier qui, le 24 novembre 1870, ayant quitté en ballon Paris assiégé, alla tomber en Norvège; pendant la traversée d'un certain nuage, il entendit tout le temps un bruit persistant accompagné d'une forte odeur qui irritait les bronches comme l'ozone; c'était justement au moment où une très belle aurore venait de se produire.

3° *Odeur de l'aurore.*

Il faut être encore plus réservé sur les prétendues odeurs de l'aurore. Bergman compare cette odeur à celle du soufre; Trévélyan, à celle de l'électricité; enfin, pendant l'aurore du 5 avril 1870, Sonrel à Paris et Redenbacher en Bavière ont cru percevoir une odeur piquante particulière. Ces observations ont été faites loin des régions polaires et par les nombreux observateurs qui ont été étudier les aurores polaires; il est donc indispensable de rester, à ce sujet, sur la plus grande réserve.

(*A suivre.*)

LES PROBLÈMES ACTUELS DE L'ASTRONOMIE.

(IV) (1).

Si nous considérons maintenant les problèmes relatifs à la Lune, nous les trouvons nombreux, importants et difficiles. Quelques-uns sont purement mathématiques et portent sur son mouvement de translation; les autres sont du domaine de la physique et se rapportent à sa surface, à son atmosphère, à sa température.

Comme on le sait déjà, la théorie de la Lune n'est pas encore satisfaisante. Quand on envisage ce sujet un peu en dehors de l'Astronomie, il semble que ce qui nous manque le plus pour l'avancement de cette science, c'est une solution nouvelle, plus simple et plus pratique, des équations fondamentales du mouvement d'attraction. Cependant je me garderai bien de récriminer contre les mathématiciens qui se complaisent dans la Géométrie à n dimensions ou se réjouissent dans leurs recherches sur la théorie des nombres : nous savons tous combien les dé-

(1) Voir *L'Astronomie*, décembre 1885, p. 450.

couvertes inattendues et les idées nouvelles qui se font jour dans le domaine de la science trouvent d'utiles applications dans les branches les plus diverses. Je vous avouerai cependant que j'attache beaucoup d'intérêt à l'étude de la théorie des fonctions et des équations différentielles, dont j'attends plus d'assistance pour l'Astronomie.

Le problème du mouvement relatif d'un certain nombre de corps obéissant aux lois de l'attraction newtonienne n'est autre chose, au point de vue physique, que celui de deux corps. Étant données les masses, les positions et les vitesses correspondantes à une certaine époque, on en peut déduire les nouvelles positions pour toutes les époques passées ou futures (abstraction faite des perturbations extérieures). Mais, tandis que le calcul est simple et facile pour une période de deux cents ans, dans le cas où l'on ne considère que deux corps, notre analyse est encore impuissante à résoudre le problème général du mouvement de trois corps ou plus. Dans certains cas particuliers, des calculs pénibles, indirects et approchés, nous permettent de déterminer les positions cherchées avec une certaine approximation, aussi bien pour l'avenir que pour le passé; mais la solution générale et pratique est encore à trouver. Les difficultés sont d'un ordre purement mathématique; il ne nous manque qu'une découverte correspondant à celle de l'introduction des fonctions circulaires en trigonométrie, des logarithmes ou du calcul intégral en algèbre. Ce problème résiste aux efforts des astronomes en une infinité de cas, et, jusqu'à sa résolution complète, les progrès dans cette voie seront lents et pénibles. On ne peut cependant dire que la théorie de la Lune doive rester stationnaire pendant un certain temps : les recherches effectuées récemment sur l'extension et l'application des méthodes existantes, loin d'être improductives, rétabliront l'accord entre le calcul et l'observation, bien mieux qu'il n'a été obtenu jusqu'ici. Si nous avions les ressources mathématiques si désirées depuis longtemps, le progrès aurait des ailes : nous volerions, tandis qu'actuellement nous rampons misérablement.

Quant aux problèmes physiques qui concernent la Lune, les questions relatives à la lumière, à la chaleur, à la radiation qu'elle nous envoie, à sa température, semblent pour le moment les plus intéressantes, surtout parce que les résultats des dernières recherches paraissent partiellement contredire ceux des années précédentes. Peut-être devons-nous maintenant admettre que nous ne recevons de la Lune que la lumière et la chaleur solaires réfléchies, et qu'aucune partie de la surface de notre satellite ne se trouve à une température plus élevée que celle de la glace fondante, ou même que celle du point de congélation du mercure. En même temps, quelques astronomes bien connus ne veulent pas admettre un renversement des idées qui ont cours depuis fort longtemps, et il est bien certain que, d'ici peu, ce sujet sera traité par des méthodes absolument nouvelles.

Une question étroitement liée aux précédentes est celle de l'atmosphère de la Lune, si toutefois cette atmosphère existe.

Il est aussi intéressant de connaître les changements qui se produisent à la surface de la Lune. En raison de la différence entre nos télescopes actuels et les

instruments en usage il y a cinquante ou cent ans, il n'est pas bien certain que les variations observées soient la conséquence nécessaire de changements réels. Ces variations sont cependant un indice des modifications qui ont probablement eu lieu et se produisent encore de nos jours; elles justifient l'étude suivie, soigneuse, détaillée et complète des détails de la surface lunaire au moyen des instruments puissants; elles font bien ressortir la valeur des photographies, que l'on peut conserver pour les comparaisons futures comme des témoins irrécusables.

Je n'abandonnerai pas la Lune sans parler des remarquables travaux du professeur Georges Darwin sur la révolution de notre satellite. Sans admettre nécessairement tous les résultats numériques relatifs à son âge, à son histoire passée et future, on peut certainement dire que ce savant a donné une explication plus probable et plus satisfaisante de la manière dont l'état de choses actuel semble s'être formé; il a ouvert un champ aux recherches nouvelles et montré un chemin pour des spéculations inattendues. L'introduction de la doctrine de la conservation de l'énergie, comme un moyen d'établir les conditions du mouvement et la forme d'un système astronomique, constitue un progrès très important.

V.

Nous trouvons, en général, dans le système planétaire, les mêmes questions que celles qui se rapportent à la Lune, avec quelques exemples d'un intérêt marqué.

Le plus souvent, l'accord entre la théorie et l'observation des mouvements des grosses planètes est aussi complet qu'on peut l'espérer. Les travaux de Leverrier, Hall, Newcomb et autres ont si bien défriché ce terrain, qu'il semble que plusieurs décades soient probablement nécessaires pour amener des écarts sérieux nécessitant une correction de nos tables actuelles. Leverrier lui-même avait cependant signalé une exception frappante et significative à la docilité générale des planètes. Mercure, la plus rapprochée du Soleil, qui devrait par conséquent obéir le mieux aux lois générales, est rebelle jusqu'à un certain point : le périhélie de son orbite possède un mouvement plus rapide que celui qui résulte des actions des astres connus. Les effets de ce déplacement ont été en s'ajoutant depuis la découverte de Leverrier, il y a une trentaine d'années, et les recherches récentes du professeur Newcomb, sur une série de passages effectués, mettent le fait hors de doute. Leverrier croyait, et il est mort dans cette idée, que cet effet est dû à une ou plusieurs planètes inconnues, situées entre Mercure et le Soleil (de là leur dénomination de planètes intra-mercurielles, et Vulcain avait été le nom choisi pour la principale ou peut-être l'unique). Mais aujourd'hui nous croyons qu'aucun astronome de bonne foi ne peut admettre, même comme très petite, la probabilité de l'existence d'un ou de plusieurs corps de dimensions considérables répondant à ces conjectures. Nous n'oublions pas les nombreux exemples de taches rondes vues sur le disque du Soleil, ni les étoiles vues pendant les éclipses par Watson, Swift, Trouvelot et autres; mais les erreurs ou les méprises reconnues dans tous les cas, et les preuves négatives si nombreuses obtenues par les astronomes les plus dignes de foi, pourvus des meilleurs instru-

ments et dans les conditions les plus favorables, donnent bien peu de probabilités à l'hypothèse qu'il existe une planète Vulcain dans notre système solaire.

Un anneau de matière météorique située entre la planète et le Soleil rendrait bien compte du mouvement du périhélie ; mais, suivant la remarque de Newcomb, il déplacerait aussi les nœuds de l'orbite de Mercure.

On a essayé d'expliquer aussi cette perturbation par la distribution de la matière interne du globe solaire, par quelques variations de la loi générale d'attraction, par certaines actions électriques ou magnétiques exercées par le Soleil, par un effet spécial de la radiation solaire, sensible à cause du voisinage de la planète, ou enfin à quelque propriété particulière du milieu dans lequel Mercure se trouve entraîné; mais, il faut bien le dire, on n'a encore trouvé aucune explication suffisante.

Quant aux planètes inconnues, nous sommes obligé, un peu à contre-cœur, d'admettre qu'une partie de notre devoir d'astronome est de continuer la recherche des astéroïdes restant, bien qu'ils forment cependant une famille nombreuse et déjà encombrante. En tout cas, je pense que nous avons encore beaucoup à apprendre sur la constitution, la formation et l'histoire du système solaire, en considérant ces petites masses errantes aussi bien que les grosses planètes, leurs aînées; et la théorie des perturbations fera des progrès rapides en calculant les effets de Jupiter et de Saturne sur leurs mouvements.

Il n'est pas improbable qu'un beau jour, un chercheur de ces petits vagabonds sans importance soit récompensé par la découverte de quelque grand monde, encore inconnu, se déplaçant lentement dans les régions terrestres qui s'étendent au delà de notre famille solaire actuelle. Certaines formes d'orbites cométaires, ainsi que plusieurs particularités passagères du mouvement de Neptune, ont conduit à l'idée de planètes extra-neptuniennes.

VI.

Mercure se joue encore de tous les efforts tentés pour fixer la durée de sa rotation, la nature et les conditions de sa surface. Les méthodes et les instruments actuels sont probablement insuffisants pour résoudre les difficultés de ce problème, et il n'est pas facile de dire quand on pourra l'attaquer avec succès.

Pour Vénus, sœur jumelle de notre Terre, la situation est un peu meilleure : nous connaissons maintenant, avec une certaine approximation, la période de sa révolution sur son axe; de plus, les observations récentes font espérer, si elles sont poursuivies, une détermination de la position de ses pôles, et probablement quelques données sur ses montagnes, ses continents et ses mers.

Il serait téméraire de dire que nous avons atteint les limites des connaissances possibles en ce qui concerne la surface de la planète Mars, mais les principaux faits sont cependant connus. Nous devons remarquer cependant que, tandis que les *aérographies* s'accordent parfaitement dans les parties principales, elles diffèrent énormément dans tout ce qui est de moindre importance.

Quant aux données physiques concernant les astéroïdes, nous ne les connais-

sons pas : c'est un champ absolument vierge. On peut se demander si c'est une chose importante ; cependant, si quelqu'un de ces corps nous livrait ses secrets, je suis bien persuadé que la connaissance de la matière, de la forme, de la densité, de la rotation, de la température et des autres caractères physiques d'un de ces petits orphelins, jetterait la plus vive lumière sur la nature et les conditions de l'espace interplanétaire, et serait du plus grand secours pour établir la théorie physique du système solaire.

La planète Jupiter, la plus puissante de toutes, nous présente encore des problèmes de la plus haute importance et pleins d'intérêt. Une sorte de chaîne sans fin existe entre les soleils et les planètes ; il semble que nous puissions trouver dans les phénomènes merveilleux et variés que nous offre Jupiter, une station intermédiaire entre les faits terrestres qui nous sont familiers et les mystères qui entourent le Soleil. Il paraît bien certain qu'aucune analogie tirée de la Terre et de son atmosphère ne peut expliquer les choses étranges que l'on voit sur son disque ; quelques-unes, particulièrement les différences anormales observées entre les périodes de rotation déduites de l'observation de différentes taches, situées à des latitudes différentes, sont tout à fait semblables à ce que nous voyons sur le Soleil. La *grande tache rouge*, qui excite depuis plusieurs années nos efforts les plus soutenus pour la comprendre et l'expliquer, reste comme à ses premiers temps encore un mystère, mystère qui nous cache probablement la clef de la constitution de ce globe immense dont il est l'expression la plus caractéristique.

Le système de ses satellites réclame aussi des observations attentives, spécialement en ce qui concerne les éclipses ; elles nous donnent la mesure du temps employé par la lumière pour traverser l'orbite terrestre, celle de la parallaxe solaire, et enfin elles nous fournissent une preuve de la constance de la rotation de la Terre. La méthode photométrique d'observation de ces éclipses, d'abord inventée par le professeur Pickering, à Cambrige, en 1878, et depuis reprise par M. Cornu, à Paris, a déjà beaucoup augmenté la précision des résultats.

Les remarques que nous avons faites sur la théorie mathématique du mouvement des planètes s'appliquent aussi à celle du système de ces satellites. Elle ne semble pas dépasser la portée des méthodes actuelles, quand on les applique avec les soins et les détails nécessaires ; mais la découverte d'une méthode nouvelle et plus abrégée est des plus désirables.

Les problèmes relatifs à Saturne sont tout à fait les mêmes que ceux de Jupiter, si ce n'est que sa surface et son atmosphère sont moins frappantes et beaucoup plus difficiles à observer. Mais nous avons en plus les anneaux, uniques dans le ciel, les plus merveilleux de tous les objets télescopiques. Ils semblent varier de dimensions et de densité dans leurs différentes parties ; et il est du devoir de celui qui possède un bon télescope, une vue perçante et une imagination éprouvée, de les observer avec soin.

Jusqu'à ces temps derniers, les planètes extérieures, Uranus et Neptune, avaient résisté à toutes les tentatives faites pour étudier leur surface et leurs

caractères physiques. Leur mouvement de translation et celui de leurs satellites étaient bien connus; mais il restait à discuter leur rotation, leur topographie et leurs détails atmosphériques. Elles sont tellement éloignées du Soleil et si faiblement éclairées que les essais semblaient condamnés d'avance; cependant, depuis deux ans, quelques-uns de nos grands télescopes nous ont révélé des détails faibles et passagers sur le disque d'Uranus, détails qui augmenteront bientôt nos connaissances sur ces lointains parents de notre globe. Il arrivera bientôt, j'espère, que les immenses télescopes de l'avenir nous donneront des dessins de Neptune, analogues à ceux que nous possédons déjà de la planète Jupiter.

Il y a de sérieuses raisons pour rechercher la durée de la rotation des planètes. Il est possible, en effet, qu'il existe d'une part certaines relations entre les durées de ces rotations, de l'autre entre les distances des planètes au Soleil, leurs diamètres et leurs masses. Trente ans au moins se sont écoulés depuis que le professeur Kirkwood supposait qu'il avait découvert cette relation dans l'analogie qui porte son nom; les matériaux pour la prouver et l'établir étaient et sont encore insuffisants, laissant trop de marge à l'incertain et à l'arbitraire. Si cette relation était découverte, elle exercerait sûrement une influence considérable sur les théorie de l'origine et du développement de notre système planétaire.

Le grand problème des dimensions absolues de ce système dépend naturellement d'une autre question, la parallaxe solaire, qui reste encore un problème pour nous. Les erreurs appréciables de différentes espèces, dont l'origine est encore obscure, semblent effecter les diverses méthodes employées pour la résolution de cette grave question. Tandis que les expériences sur la vitesse de la lumière et les mesures héliométriques des déplacements de Mars à travers l'espace stellaire s'accordent parfaitement à assigner une parallaxe du Soleil plus petite (et une distance plus grande) que celles que l'on obtient par les derniers passages de Vénus et par les méthodes fondées sur les mouvements de la Lune; d'un autre côté, les observations méridiennes de Mars s'accordent à donner une parallaxe plus considérable et une distance plus faible. Bien que disposé à accorder plus de confiance aux premières méthodes citées, je dois cependant reconnaître que la marge de l'erreur probable me semble plutôt augmentée que diminuée par la publication des résultats du dernier passage. Je ne me sens pas aussi confiant dans l'exactitude de la valeur 8",80 de la parallaxe solaire, que je l'étais il y a trois ans. Ce problème est d'une nature telle que les astronomes n'en auront jamais fini avec lui. Il est tellement fondamental que les savants ne devront jamais abandonner les recherches qui pourront augmenter la précision de la valeur trouvée; elle devra être vérifiée par toutes les méthodes nouvelles.

VII.

Les problèmes que nous présente le Soleil pourraient à eux seuls nous retenir pendant un temps plus long que celui dont nous disposons ici. Sa masse, ses dimensions, ses mouvements d'ensemble, sont parfaitement déterminés et compris; mais, quand nous arrivons aux questions relatives à sa constitution, à la

périodicité des taches, à sa température, au maintien de sa chaleur, à l'étendue de son atmosphère et à la nature de sa couronne, nous trouvons des opinions radicalement opposées.

Les difficultés de ces questions sont certainement augmentées d'une manière considérable par l'énorme différence entre les conditions du Soleil et celles que nous pouvons réaliser dans nos laboratoires. Nous avons souvent cherché à atteindre une ressemblance suffisante pour établir un trait d'union et pour donner une base à nos conjectures; mais la différence apparaît si bien qu'elle rend les calculs numériques dangereux et les conclusions définitives peu sûres. Nous pouvons certainement affirmer la présence du fer, de l'hydrogène et de quelques autres éléments dans le Soleil, en raison des apparences que nous reproduisons sur notre Terre; mais nous ne pouvons appliquer en toute sécurité les formules empiriques (comme celles de Dulong et Petit, par exemple), déduites de nos expériences usuelles, à la détermination des températures solaires; en procédant ainsi, on opère une extrapolation erronée, que rien ne justifie, et qui nous donne des résultats complètements inexacts.

Pour ma part, je suis satisfait de l'exactitude matérielle de la théorie de la constitution du Soleil, qui est généralement reçue; elle regarde ce corps comme un globe immense de vapeurs et de gaz, à une température extrêmement élevée, entouré extérieurement d'une ceinture de nuages éblouissants, formés par la condensation des substances les moins volatiles en gouttelettes et en cristaux analogues à la pluie et à la neige. A la vérité, cette hypothèse est encore révoquée en doute par de hautes autorités, qui maintiennent, avec Kirchoff et Zöllner, que la photosphère visible n'est pas seulement formée de nuages, mais encore d'une croûte solide, ou d'un océan liquide de métaux en fusion. Quelques-uns même soutiennent encore les vues de W. Herschell (qui ont cours dans un grand nombre d'ouvrages classiques), savoir que le noyau central du Soleil est un globe solide et même habitable, ayant la surface extérieure de son atmosphère recouverte d'une nappe de flammes entretenues par la matière disséminée dans l'orbite de ce système. La question de la constitution du Soleil n'est pas encore élucidée.

En outre, la nature et les conditions de la matière qui le compose sont elles-mêmes inconnues. Y trouvons-nous le fer, le sodium et l'hydrogène que nous connaissons sur la Terre, ou bien les substances solaires sont-elles dans un état moléculaire différent et plus élémentaire ?

De quelque manière que l'on examine la théorie générale de la constitution du Soleil, peu de personnes maintiendront, je pense, que l'explication des taches solaires et de leurs manières d'être soit pleinement satisfaisante. Nous nous trouvons constamment en présence de phénomènes qui, s'ils ne sont pas réellement opposés aux idées actuelles, ne trouvent pas en elles une explication facile.

D'après les apparences de ces taches, je crois qu'on doit admettre comme la plus naturelle l'explication suivante : les taches sont des fragments sombres ou des lames minces projetées de la partie inférieure, comme l'écume d'une chau-

dière : ces fragments flottants sont partiellement submergés dans les flammes éblouissantes de la photosphère, qui recouvrent leurs bords, les traversent et les enveloppent de voiles membraneux, jusqu'au moment où ces fragments redescendent de nouveau et disparaissent.

Elles ne semblent pas être des ouvertures remplies de vapeurs refroidies, et ne nous offrent aucune ressemblance d'aspect avec un cyclone vu d'en haut. D'autre part, leur spectre, sous une grande dispersion, a un caractère tout particulier : ce n'est pas celui d'une scorie solide échauffée, mais il est composé d'une quantité infinie de petites lignes sombres qui se touchent presque, et qui cependant, de temps à autre, présentent une ligne brillante ou tout au moins un espace plus large que celui qui sépare les lignes élémentaires, spectre qui, à ma connaissance, n'a pas encore trouvé d'analogue dans ceux que nous présentent nos expériences de laboratoire. Il paraît cependant appartenir à la classe des spectres d'absorption et indiquer, suivant la théorie, que la tache est sombre en raison d'une perte de lumière et non d'un manque d'éclat naturel.

Le problème de la rotation particulière du Soleil et de son accélération équatoriale est un des plus importants; mais il n'a pas encore trouvé sa solution. Cette solution dépend en partie probablement de la connaissance exacte des échanges de matières qui vont de l'intérieur à l'extérieur de cette masse fluide en la refroidissant. J'ai déjà signalé ce fait significatif que le même phénomène paraît exister sur le globe de Jupiter. Les taches brillantes situées près de l'équateur de la planète accomplissent leur rotation cinq minutes plus vite que la tache rouge située à 40° de l'équateur. Il est à peine nécessaire de dire qu'un astronome examinant nos nuages terrestres d'une station extérieure, de la Lune par exemple, observerait exactement le contraire. Les nuages équatoriaux opèrent leur révolution plus lentement que ceux qui sont sous notre latitude. Nos orages vont à l'Est, tandis que les poussières volcaniques de Krakatoa se sont dirigées rapidement vers l'Ouest. Nous pouvons supposer que la différence entre les planètes implique la question de savoir si le corps dont nous observons les courants atmosphériques reçoit plus de chaleur qu'il n'en émet. Quelle que soit la véritable explication de cette particularité sur le mouvement des taches solaires, elle entraînera avec sa solution celle de beaucoup d'autres mystères, et elle permettra de décider entre les différentes hypothèses.

La périodicité des taches du Soleil suggère des problèmes nombreux, importants et intéressants, relatifs d'une part à sa cause mystérieuse, et de l'autre aux effets de cette périodicité sur la Terre et ses habitants. Je ne suis pas un partisan de l'hypothèse qui accorde une grande importance aux taches solaires, et je me demande si leur influence prétendue sur la Terre a une valeur quelconque, sauf en ce qui concerne le magnétisme. On m'accordera que la preuve n'est pas encore faite, et le contraire n'est pas facile à prouver; il y a certainement des faits et des présomptions qui engagent à de nouvelles recherches plus étendues sur cette matière. Ces études sont rendues plus difficiles par cette circonstance, signalée par le docteur Gould, que les effets de la périodicité des

taches solaires, s'ils existent (comme il le prétend), sont probablement fort différents dans les diverses parties de la Terre. L'influence des changements dans la valeur de la radiation solaire subira de grandes variations, à cause des vents dominants, qui modifient la distribution de la chaleur et de la pluie sur la surface de la Terre sans changer nécessairement de beaucoup leur valeur absolue. Quelques régions sont chaudes et sèches pendant un maximum de taches, tandis que les régions voisines sont au contraire froides et humides.

Un des problèmes les plus importants et les plus pressants de l'Astronomie d'observation est bien certainement celui qui consiste à imaginer des appareils et des méthodes assez sensibles pour permettre aux astronomes de suivre rapidement et avec certitude les variations probables diurnes, et même horaires, de la radiation solaire. Avec les instruments actuels, on pourrait obtenir des résultats très sérieux d'une série d'observations minutieuses poursuivies pendant plusieurs années au sommet de quelque montagne à l'abri de la pluie, si une telle station existe; mais ce serait une entreprise difficile, tout à fait au-dessus des moyens ordinaires.

On doit encore rapporter à ce sujet le problème de la connexion entre l'activité de la surface solaire et les perturbations magnétiques terrestres, relation indiscutable en fait, mais que la théorie n'a pas encore su expliquer. Il est peut-être quelque raison de la prédominance remarquable du fer dans la liste des matériaux solaires, ou l'on peut essayer de l'expliquer par le passage des radiations lumineuses et calorifiques à travers les espaces interplanétaires, radiations qui nous donnent en dernier lieu comme un corollaire de la théorie électro-magnétique de la lumière.

Observatoire de Princeton (États-Unis). C.-A. YOUNG.

(*A suivre.*)

ASPECT ACTUEL DE JUPITER ET DE SATURNE.

Pendant l'apparition actuelle de Jupiter, j'ai pu observer la tache rouge et déterminer un certain nombre d'époques de son passage par le méridien central de la planète :

1885.	24 octobre	$17^h 41^m$
»	26 »	19 19
»	1er décembre	19 9
»	9 »	15 49
»	28 »	16 30

Temps moyen de Paris.

A la dernière date j'ai pu prendre un dessin de la planète qui est reproduit *fig.* 35; la tache rouge se montrait très distincte; elle n'était pas tout à fait aussi sombre que les bandes équatoriales et conservait la même forme ovale que les années précédentes; au nord de son extrémité postérieure ou orientale, la bande équatoriale est encore très nettement définie et d'un ton très sombre; mais en

avant de la tache cette bande ne se voit plus actuellement. En examinant les dessins de Jupiter publiés dans *L'Astronomie*, T. IV, N° de mars 1885, p. 100 et 101. on peut remarquer que la partie antérieure ou occidentale de cette bande allait en s'effaçant rapidement dans l'intervalle qui s'étend du 27 novembre au 31 décembre 1884; elle a continué à s'effacer pendant toute l'année 1885 jusqu'à la fin de cette même année où elle est devenue complètement invisible. Une autre particularité curieuse qui ressort de l'examen de la *fig.* 35 consiste dans la forme den-

Fig. 35.



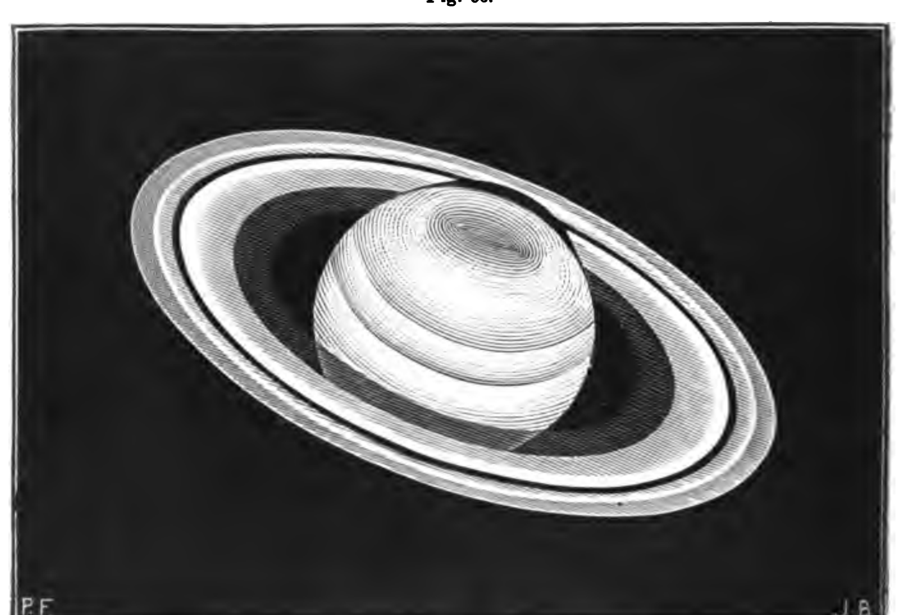
Aspect de Jupiter le 28 décembre 1885, à $16^h 30^m$,
dans un télescope de 10 pouces d'ouverture avec un grossissement de 252 fois. — Échelle $2^{mm} = 1''$.

telée du bord boréal de la bande qui se trouve au nord de l'Équateur, dans la région qui précède l'extrémité de la tache rouge. Cette dentelure renferme une brillante tache blanche qui contraste vivement avec la teinte sombre de la bande. Immédiatement à l'est de cette dentelure, la bande est beaucoup plus sombre et paraît se briser vers le nord. Si l'on compare la *fig.* 35 et les dessins donnés dans *L'Astronomie*, T. IV, N° de mars 1884, on verra que, pendant les différents intervalles de temps qui les séparent, cette brisure ou dentelure brillante qu'on remarquait au bord boréal de la bande s'est déplacée relativement à la tache rouge d'environ 35° et que son aspect présente aujourd'hui quelque différence avec celui qu'elle offrait alors. Le 27 novembre 1884, la dentelure brillante était située au nord de l'extrémité postérieure de la tache rouge, tandis qu'à présent sa position se trouve au nord de l'extrémité antérieure. La période

de rotation de cet objet est donc un peu plus courte que celle de la tache rouge.

Il y a encore quelques particularités curieuses actuellement visibles parmi tous les détails observés à la surface de la planète; au sud de la tache rouge se trouve une zone étroite et brillante sur laquelle on peut, avec de l'attention, distinguer quelques petites taches très brillantes. Près de l'équateur se voient les taches blanches habituelles précédées par des régions très obscures. De l'aspect de ces espaces sombres qui apparaissent au nord de la grande bande

Fig. 36.



Aspect de Saturne le 23 décembre 1885, à 7^h54^m,
dans un télescope de 10 pouces d'ouverture avec un grossissement de 252 fois. — Échelle $2^{mm} = 1''$.

australe, paraît résulter l'existence de courants nuageux se dirigeant vers le Nord-Est, et formés d'une matière diffuse et d'une teinte obscure; il semble que ces nuages partent des taches obscures et ont une tendance à se rapprocher de l'Équateur, tandis que la rotation rapide de la planète les fait dévier considérablement.

J'ai observé Saturne avec une netteté remarquable dans la définition des images, le 23 et le 28 décembre 1885; à la première date, j'ai pu faire un dessin très soigné de la planète, reproduit *fig.* 36. L'étroite bande sombre observée par M. Ranyard en novembre 1883 est encore très nettement visible; c'est du reste la seule bande qui se voie distinctement sur la planète. Le côté équatorial de cette bande est très brillant, quoiqu'il ne le soit pas autant que la zone étroite visible le long du bord intérieur de la grande division des anneaux découverte autrefois par Cassini; mais ce qu'il y a de plus remarquable dans l'observation actuelle,

c'est la présence d'une *zone très brillante* sur l'anneau extérieur, à peu près au milieu de cet anneau, mais un peu plus près du bord extérieur. MM. Henry ont découvert une zone brillante immédiatement contiguë à la division de Cassini en février et mars 1884. (*V. L'Astronomie*, juin 1884). Cet anneau brillant aurait-il changé de position depuis cette époque? Il serait très important que des observations ultérieures de ce détail remarquable pussent être faites avec des instruments complètement appropriés à ce genre de recherches.

W. F. DENNING.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMMUNICATIONS RELATIVES A L'ASTRONOMIE ET A LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Expérience entreprise pour déterminer la direction des courants de l'Atlantique, par le Prince ALBERT DE MONACO.

On admet généralement aujourd'hui que le courant du golfe ne fait pas sentir son influence au delà du 40e degré de latitude Nord, et qu'une nappe distincte beaucoup plus étendue, beaucoup plus lente dans son mouvement, sollicitée vers le Nord-Est par son poids spécifique et les vents dominants, vient échauffer la côte européenne.

D'autre part, certains faits connus de flottage (bouteille du Herder, bouteille de l'Himalaya, renseignements personnels) semblent montrer que, vers le 50e degré de latitude environ, les courants de surface de l'Atlantique suivent une direction sensiblement parallèle à l'Équateur.

C'est dans l'espoir d'apporter peut-être une certaine lumière dans l'histoire de ce courant, que l'expérience suivante a été faite. J'exposerai d'abord les circonstances qui l'ont amenée.

M. Pouchet reçut, il y a quelque temps, du Conseil municipal de Paris, une somme pour un voyage ou des acquisitions scientifiques aux Açores. Exécuter une grande expérience, dont le courant du golfe serait l'objet, parut aussitôt à M. Pouchet la meilleure façon d'utiliser cette somme; il s'agissait de jeter à la mer, dans la région nord-ouest des Açores, un certain nombre de flotteurs. Mais la difficulté de gagner ces parages, avec un but aussi spécial, avait jusqu'alors retardé l'exécution du projet. J'eus connaissance de la question, à la veille d'entreprendre, avec ma goëlette à voiles, *l'Hirondelle*, une campagne dans l'Atlantique, où j'allais faire des recherches bien différentes. Il fut aussitôt convenu que, modifiant ma route suivant le nécessaire, je me chargerais de l'expérience.

Ces flotteurs sont de trois catégories :

1° Dix sphères en cuivre rouge, de 0m,30 de diamètre, formées de deux hémisphères rapprochés et vissés sur un joint en caoutchouc au moyen d'écrous très apparents, qui donneront au destinataire éventuel l'idée de les ouvrir.

2° Vingt barils de 16 litres, fabriqués à Tantonville, sur le modèle de ceux qu'on

emploie pour le transport de la bière, à douves très fortes, cerclés de fer, goudronnés intérieurement. Pour fixer l'attention et attirer les recherches des personnes qui pourront les trouver et qui les auront ouverts, ils ont été remplis de balle d'avoine.

3° Cent cinquante bouteilles ordinaires fermées par un bouchon de choix coiffé d'un gant en caoutchouc.

Chaque flotteur contient un imprimé ainsi conçu :

« Dans le but d'étudier les courants de la mer, avec l'aide du Conseil municipal de la » ville de Paris, ce papier a été jeté à la mer par les soins de S. A. le Prince héréditaire de Monaco, à bord de son yacht *l'Hirondelle* et en sa présence. Toute personne » qui trouvera ce papier est priée de le faire parvenir aux autorités de son pays, pour » être transmis au Gouvernement français, en indiquant, avec le plus de détails pos» sible, le lieu, la date et les circonstances où ce papier aura été retrouvé.

» Signé : ALBERT, Prince héréditaire de Monaco,

» G. POUCHET, Professeur au Muséum de Paris. »

Suit une réduction sommaire de cet avis, reproduite en russe, norwégien, danois, anglais, allemand, hollandais, espagnol, portugais et maugrebin. Chaque imprimé, qui porte un numéro d'ordre, est détaché d'un carnet à souches, pour que l'authenticité puisse au besoin en être constatée; il est, de plus, inclus dans un tube de verre fort soudé à la lampe, qui le conservera indéfiniment. Ce document est roulé sur lui-même, de telle sorte que, sans briser le tube, on puisse lire son numéro et voir qu'il est polyglotte.

La fermeture des sphères de cuivre et des barils a été faite avec le plus grand soin, par l'arsenal de Lorient, auquel M. le Ministre de la Marine avait bien voulu envoyer des ordres.

Il eût été désirable de constituer d'avance aux sphères métalliques et aux barils un poids spécifique de peu supérieur à celui de l'eau de mer, pour éviter l'action du vent; mais, comme il fallait compter avec une immersion de plusieurs mois (six au moins, d'après les faits connus), on devait craindre que l'imbibition du bois, les infiltrations possibles, les productions animales calcaires vinssent augmenter la densité du système et le faire couler. Nous croyons avoir paré dans une certaine mesure à ce mal, en laissant aux sphères métalliques un excès de force ascensionnelle contrebalancé par un lest temporaire appliqué également aux barils. C'est, pour ceux-ci, un fragment de gueuse retenu extérieurement par une anse en fil de fer, à deux cerceaux de bois. Pour les flotteurs métalliques, c'est un sac de jute, où la sphère est enfermée au-dessus d'une poche remplie de sable. Nous avons estimé qu'ayant plusieurs mois de séjour à la mer, le fil de fer, les cerceaux de bois, le jute des sacs seront usés, mangés, que la gueuse et le sable couleront, allégeant le flotteur et lui permettant de surnager longtemps encore, malgré l'augmentation de poids qu'il aura pu prendre lui-même.

Les trois catégories de flotteurs ont été lancées par-dessus bord, du 27 au 28 juillet de l'année 1885. L'opération, commencée vers un point situé à 110 milles au nord-ouest de Corvo, la plus occidentale des Açores, s'est poursuivie dans le N. 14° O. de ce point sur une longueur de 170 milles. Les flotteurs ont été espacés de mille en mille, de deux en deux milles ou de demi en demi-mille, suivant leur nature, mais très régulièrement. Tout se terminait en un jour et un quart ($31^h 33^m$), et je puis ajouter que l'équipage entier de *l'Hirondelle* a mis beaucoup de zèle, d'intelligence même, dans l'exécution de l'entreprise.

Si quelqu'un de ces flotteurs gagne la côte d'Europe, ce qui est probable, s'il

parvient aux mains d'une personne éclairée, ce qui est plus difficile, nos prévisions sont que ce double succès se produira entre le 40e et le 50e degré de latitude Nord. S'ils devaient tous disparaître, nous ne regretterions pas d'avoir risqué une expérience que nous croyons importante. En tous cas, la précaution prise, d'enfermer le document écrit dans un tube de verre scellé à la lampe, assure pour une durée plusieurs fois séculaire l'existence de ce parchemin. Il serait donc possible à la rigueur que, dans un temps éloigné, un de ces tubes fût retrouvé sur quelque plage lointaine ou peu explorée.

La précédente Note était rédigée lorsqu'un premier résultat vient de nous surprendre. Deux des flotteurs ont été recueillis, le 19 septembre, aux Açores, près de l'île San Miguel.

Ils auraient donc employé cinquante-deux jours à parcourir 420 milles suivant la direction du S. 49° E., si l'on admet qu'ils aient été recueillis au moment de leur arrivée sur la côte. Toutefois nous attendons, pour établir définitivement ce résultat, la vue de ces deux documents et la constatation de leur identité.

Un troisième flotteur a été recueilli, le 16 octobre, au sud de l'île Sainte-Marie (Açores).

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

La prochaine comète. — La comète découverte à l'Observatoire de Paris par M. Fabry promet de devenir, bien que pour peu de temps, une apparition brillante. Je considère comme suffisamment certain le système d'éléments que le Dr S. Oppenheim, Assistant à l'Observatoire de Vienne, a déduit des observations des 1er, 10 et 19 décembre, car le lieu calculé s'accorde encore assez bien avec une observation faite à Vienne le 6 janvier. Ces éléments sont les suivants :

$$T = 1886 \text{ avril } 10{,}52\,337.$$

$$\left.\begin{array}{l} \pi = 161^\circ\ 3'\ 19'',0 \\ \Omega = \ \ 36\ 46\ \ 26,6 \\ i = \ \ 84\ 42\ \ 18,6 \end{array}\right\} \text{Équinoxe moyen } 1885,0.$$

$$\log q = 9\,842\,794$$

D'après ce système d'éléments, le mouvement de la comète sera le suivant :

Date.	Ascension droite de la comète.	Déclinaison de la comète.	Log r.	Log Δ.	Intensité.
Mars 2,5	23h21m1	+29°42	0,0169	3,2148	4,81
Avril 1,5	23 19 9	+39.59	9,8578	0,0377	22,61
Avril 16,5	23 39 6	+46.42	9,8494	9,7989	70,56
Mai 1,5	3 10 1	+55.47	9,9117	9,2489	666,80
Mai 16,5	8 21 3	+16.31	9,9989	9,4305	192,41
Mai 31,5	9 12 2	−27.49	0,0819	9,8929	15,58
Juin 30,5	10 34 1	−36.41	0,2157	0,1988	2,07

On a adopté pour unité de l'éclat celui d'époque de la découverte.

Bien que le nombre calculé pour l'éclat maximum puisse encore subir une modification notable, il en ressort néanmoins que cet astre, dans la dernière quinzaine d'avril et le commencement de mai, offrira un aspect dont la magni-

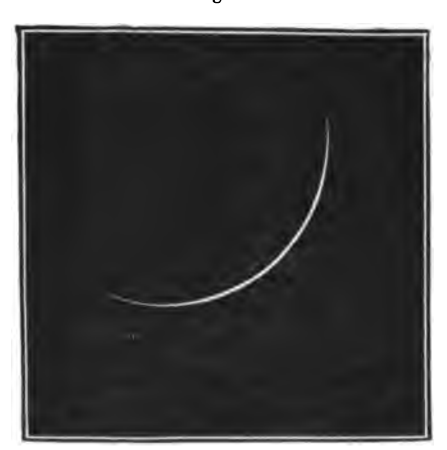
ficence se manifestera d'autant mieux que, à cette époque, la comète sera circumpolaire et que la Lune ne pourra nuire à sa visibilité.

Il convient encore de faire remarquer le mouvement géocentrique très rapide de la comète dans le voisinage de la Terre. Dans l'hémisphère austral, on pourra l'étudier facilement jusqu'à la fin du mois de juillet.

WEISS.
Directeur de l'Observatoire de Vienne.

Observation du croissant lunaire moins de 27 heures après la néoménie. — Ainsi que nous l'annoncions dans notre Numéro de novembre dernier, la Lune a

Fig. 37.



Le croissant lunaire vu moins de 27^h après la Nouvelle Lune.

pu être aperçue le 7 décembre 1885 environ 27 heures après la néoménie. M. le docteur LÉON DECROUPET, à Soumagne (Belgique), nous a communiqué le dessin reproduit *fig.* 37. Il a observé la Lune sous l'aspect d'un très mince croissant le 7 décembre à 4^h13^m du soir (temps moyen de Paris). Comme la Nouvelle Lune était arrivée le 6 décembre à 1^h26^m du soir, il ne s'est donc écoulé que 26^h47^m entre la conjonction de notre satellite avec le Soleil et cette rare et curieuse observation. Le ciel était pur et le crépuscule assez avancé pour qu'on pût distinguer aisément les étoiles de 2e grandeur. Aucune trace de lumière cendrée n'a été observée. Le croissant apparaissait comme un fil lumineux s'étendant sur le tiers environ de la circonférence lunaire; notre correspondant, ayant dirigé vers la Lune une lunette de $0^m,075$ estime que la largeur du croissant était égale à la distance qui sépare Mizar de son compagnon télescopique, soit $14'',5$ ou environ la 120e partie du diamètre lunaire.

Addition. — M. VAN BEMMELEN a fait la même observation, à Leyde (Hollande) le même jour, à 4^h40^m (heure de Paris), soit 27^h13^m après la néoménie. M. PARSÉHIAN, à Bujuk-Déré (Constantinople) nous informe également qu'il a réussi à découvrir le croissant lunaire le même jour à 5^h41^m, heure de Constantinople,

soit à $2^h 54^m$ de Paris, c'est-à-dire $26^h 28^m$ après la nouvelle-lune. La lumière cendrée était très apparente sous ce ciel oriental.

Nouvelle étoile variable. — Une nouvelle étoile variable vient d'être découverte, dans la constellation du Petit-Renard, variant de 5,5 à 6,7, par M. Sawyer, astronome à Cambridgeport, États-Unis d'Amérique. C'est l'étoile 3890 d'Argelander dont la position est (1855,0) :

$$20^h 45^m 19^s,4 ; +27° 42',3.$$

Vénus visible à l'œil nu en plein Soleil. — Les 7, 8 et 9 janvier 1886, *Vénus* était parfaitement visible à l'œil nu, à partir de 11^h du matin. Le voisinage de la Lune servait encore à la faire découvrir plus vite.

Le jeudi, 7 janvier, je me trouvais à Alençon. J'ai pu la montrer, à l'Est de notre satellite, à différents membres de la Société scientifique Flammarion, entre autres à M. L. de la Sicotière, sénateur de l'Orne. Vénus formait un point brillant, ne présentant aucun rayon. Le soir, je suis certain d'avoir reconnu à l'œil nu un *croissant bien prononcé*. Il était 4 heures et nous n'avions aucun instrument d'optique. A $6^h 15^m$, dans un lieu non éclairé par la lumière de la Lune, mais par celle de Vénus, nous avons remarqué une ombre bien nette, bien tranchée, projection de l'ombre de nos corps éclairés par Vénus.

Le 8, Vénus était encore à l'Est de la Lune. A Argentan, j'ai renouvelé les curieuses expériences de la veille.

Le 9, de $11^h 15^m$ du matin à $2^h 45^m$ du soir, Vénus n'a pas cessé d'être visible à 2° 30′ environ du croissant de notre satellite, mais à l'ouest. Une dizaine de Membres de notre Société ont pu admirer cet astre, à différentes reprises.

Beaucoup de personnes, ne sachant quel était cet astre remarquable qui étincelait à l'Occident jusqu'à 8^h du soir, prenaient l'Étoile du Berger pour une comète. Les langues allaient leur train et, comme il y avait, peu de temps qu'on observait cette planète, on disait que c'était un météore annonçant de graves catastrophes! La connaissance de l'Astronomie se répand vite, mais pas encore assez.

EUGÈNE VIMONT.

Vénus visible à l'œil nu en plein soleil. — Le 17 janvier, à $1^h 30^m$, j'ai pu reconnaître à l'œil nu la planète Vénus, dépourvue de rayons, et distinguer, même un allongement vertical qui ressemblait à une lentille plan-convexe vue par la tranche; dans la petite lunette terrestre (gr. 6 fois) le plan-convexe devient ménisque convergent; le croissant est tout petit, mais très net. Le 19 janvier, à 2^h, même observation de Vénus à l'œil nu et dans la petite lunette terrestre.

à Saint-Pons (Hérault). G. GINIEIS.

Vénus et la Lune en croissant, visibles en plein jour. — Le 11 septembre 1885 à 10^h du matin, Vénus était en conjonction avec la Lune. Ce même jour à 2^h de l'après-midi, les deux astres ont été vus à l'œil nu à Marseille, comme nous l'a fait savoir M. Bruguière. Cette visibilité est d'autant plus remarquable que, d'une part le Soleil était encore très élevé au-dessus de l'horizon et que, d'autre

part, la Lune n'étant âgée que de 2j 9h, ne pouvait présenter qu'un même croissant, *très voisin du Soleil.* Il a fallu que l'atmosphère fût ce jour-là d'une transparence exceptionnelle.

La couleur bleue du Ciel. — Cette couleur est due en partie à la vapeur d'eau en suspension dans l'atmosphère terrestre. A mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère et qu'on arrive dans les régions raréfiées et presque entièrement sèches, cette coloration s'atténue, il y a moins de lumière réfléchie et le ciel s'assombrit. Si l'on pouvait supprimer l'atmosphère, l'espace deviendrait absolument noir et sans formes.

A l'influence de la vapeur d'eau atmosphérique, il faut ajouter celle de l'ozone ou oxygène électrisé. Le spectre d'absorption de ce gaz prouve que les rayons lumineux qui nous arrivent sont nécessairement colorés en bleu, par leur transmission à travers l'ozone contenu dans l'atmosphère. Les rayons ultra-violets et violets sont partiellement absorbés. Il en résulte que la présence de l'ozone dans l'atmosphère doit entrer pour une bonne part dans l'explication de la coloration bleue du ciel.

Pâques et la fin du Monde. — En plusieurs pays de L'Europe, on reparle de la *fin du Monde* comme d'un événement prochain, sous le prétexte que cette année la fête de Pâques aura lieu le 25 avril. On cite même à l'appui, les vers qui suivent, et qui sont dus au célèbre astrologue Nostradamus.

Quand Georges Dieu crucifiera,
Que Marc le ressuscitera
Et que saint Jean le portera,
La fin du monde arrivera!

Or, en 1886, le *Vendredi-Saint* coïncide avec le jour de la *Saint-Georges*, *Pâques* avec la *Saint-Marc* et la *Fête-Dieu* avec la *Saint-Jean-Baptiste*. C'est là-dessus que se sont basées les prédictions que l'on a répandues de toutes parts, depuis cinq ou six mois.

Les lecteurs de l'*Astronomie* savent que les Pères du Concile de Nicée établirent, en l'an 325 de notre ère, la règle suivante, qui a toujours été mise en pratique par l'Église.

« La fête de Pâques sert de base à toutes les fêtes mobiles et se célèbre le » *Premier Dimanche après la Pleine Lune* qui suit le *jour de l'équinoxe du* » *printemps*, fixé constamment au 21 mars. »

D'après cette loi, la fête de Pâques ne saurait être célébrée avant le 22 mars, et pour qu'elle arrive ce jour-là il faut que le 21 mars soit un samedi et que dans ce samedi ait lieu la *Pleine Lune de mars*.

Mais si la Pleine Lune arrive le 20 mars, la Pleine Lune qui suivra l'équinoxe de printemps sera reculée de 29 jours environ et reportée au 18 avril. Si le 18 avril est un samedi, le 19 sera le jour de Pâques; si c'est un dimanche, Pâques est reculé au 25 avril. Si le printemps astronomique ne commençait pas à des dates et à des heures variables, s'il arrivait toujours le 21 mars, tous les dix-neuf ans environ, nous aurions Pâques au 25 avril.

La Pleine Lune de mars 1886 a lieu le 20 mars, à 4h 46m du matin, et le

Printemps à $4^h 36^m$ du soir, le même jour. En se reportant à la Pleine Lune d'avril qui tombe le dimanche 18 avril, à $3^h 8^m$ du soir, on voit que Pâques est remis au dimanche le plus rapproché, c'est-à-dire au 25 avril.

C'est là un fait tout naturel et qui n'aurait dû effrayer personne.

Dans les siècles précédents, Pâques a été retardé plusieurs fois jusqu'au 25 avril, notamment en 1666 et en 1734.

Durant ces deux années, il n'y eut aucune catastrophe remarquable, la fin du monde fut ajournée malgré le funèbre quatrain de Nostradamus.

Dans les siècles prochains, en 1943 et en 2038, Pâques sera de nouveau rejeté au 25 avril. Nos arrière-neveux verront certainement s'écouler ces deux années pareilles aux années ordinaires, et le globe terrestre n'en sera nullement affecté.

Que tout le monde se tranquillise. Notre humanité a devant elle de longs siècles d'existence et rien n'annonce ni ne peut faire prévoir que nous soyons à la veille de quelque catastrophe. E. V.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 MARS AU 15 AVRIL 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé, des étoiles variables, des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, il faut se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de cette *Revue*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles et les Curiosités du Ciel*, pages 594 à 635.

Les plus brillantes constellations du ciel sont toujours visibles, dans cette saison printanière où les journées s'allongent si vite et où les soirées commencent à devenir tièdes. *Mercure, Mars, Vesta, Jupiter, Saturne* et *Uranus* sont observables le soir; *Vénus, Cérés, Pallas* et *Junon*, le matin.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — Du 15 mars au 15 avril, le Soleil demeure dans le voisinage de l'équateur qu'il traverse, le 20 mars, à $4^h 36^m$ du soir. C'est à cet instant précis que commence le *Printemps*. Avant l'*équinoxe*, le Soleil est dans l'hémisphère austral et sa déclinaison est de 2°3′, le 15 mars. Au moment de l'*équinoxe*, la déclinaison solaire est nulle; ensuite elle devient boréale, atteint 4°37′, au 1er avril, et 9°50′ au 15 avril. Cette augmentation si rapide de 11°53′ dans la déclinaison de l'astre du jour explique pourquoi les jours croissent si rapidement dans cette période de l'année et pourquoi la température moyenne de chaque jour augmente dans la même proportion.

Les jours allongent le matin de $1^h 5^m$ et le soir de 47^m, soit $1^h 52^m$ au total. Les soirées continuent à être plus longues que les matinées; mais cette différence va sans cesse en diminuant jusqu'au 15 avril, où elle s'annule. C'est ce jour-là que le midi moyen et le midi vrai coïncident exactement pour toute la Terre.

Le 20 mars, le Soleil devrait rester douze heures au-dessus de l'horizon; mais, à cause de la réfraction que subissent les rayons lumineux en traversant notre atmosphère, ce phénomène a lieu deux jours plus tôt.

La *lumière zodiacale* se trouve dans d'excellentes conditions pour l'observation. Il faut se hâter de l'étudier, car elle va bientôt disparaître.

LUNE. — Notre satellite se maintient toujours assez élevé dans le ciel. L'équinoxe du printemps est l'époque de l'année où le Premier Quartier est le plus facile à observer : la Lune est à près de 60° au-dessus de l'horizon de Baris, le 10 avril, lors de son passage au méridien.

PHASES...	PL le 20 mars, à 4h46m matin.	NL le 4 avril, à 2h40m soir.
	DQ le 27 » à 10 54 »	PQ le 11 » à 8 53 »

Le *mince croissant lunaire* pourra être aperçu, en Europe et en Afrique, moins de *vingt-neuf heures* après la néoménie, le 5 avril, à partir de 6h50 du soir jusqu'à 7h30m. Cette observation si intéressante pourra être faite soit à l'œil nu, soit de préférence avec une jumelle marine.

Les 20, 21 et 22 mars, auront lieu dans les ports de la Manche et particulièrement dans les baies de Saint-Mâlo et du mont Saint-Michel, les *Grandes marées d'équinoxe*. Dans les ports de l'Atlantique, la différence entre les basses et les hautes mers varie entre 2m,85 et 6m,50, tandis que dans ceux de l'entrée de la Manche, cette différence atteint 14m si le temps est calme, et parfois 18m si les vents du Nord-Ouest ou de l'Ouest soufflent avec violence.

Nous ne saurions trop engager les lecteurs de l'*Astronomie* à profiter des billets à prix réduit que délivre la compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, aux époques des grandes marées, pour aller visiter Granville, le mont Saint-Michel et Saint-Mâlo et jouir d'un des plus beaux spectacles que l'homme puisse contempler. — Mascaret à Caudebec, Villequier, etc.

Occultations visibles à Paris.

Quatre occultations et une appulse seront observables dans la première moitié de la nuit, depuis le 15 mars jusqu'au 15 avril 1886.

1° γ BALANCE (4,5 grandeur), le 23 mars, de 11h25m à 12h10m du soir. Contrairement à ce qui se passe dans le plus grand nombre des occultations, l'étoile disparaît à l'Est, à 4° au-dessous du point le plus à gauche et reparait du même côté, ainsi que le montre la *fig.* 38, à 7° à gauche et au-dessous du point le plus élevé du disque lunaire. Cette intéressante anomalie dans la marche apparente de l'étoile tient à la position fort inclinée de la Lune qui vient de se lever.

2° 26 GÉMEAUX (5,5 grandeur), le 10 avril, de 10h38m à 11h32m du soir. L'étoile disparait à gauche du disque de la Lune, à 39° au-dessous et à gauche du point le plus au Nord, et reparait en un autre point situé à 21° au-dessous du point le plus occidental.

Cette occultation sera visible dans une partie de l'Europe.

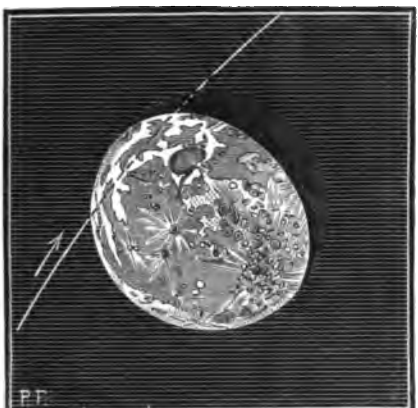
3° ζ LION (5,5 grandeur), le 13 avril à 8h16m du soir. Appulse, à 2',5 du bord, dans le voisinage du point situé à 14° à droite et au-dessus du point le plus bas du disque lunaire. Il y aura occultation pour le nord des Iles Britanniques et pour la Scandinavie.

4° 48 LION (5,5 grandeur), le 14 avril, de 11h15m à 11h53m du soir. La disparition de

l'étoile aura lieu, comme l'indique la *fig.* 39, à 41° à gauche du point le plus au sud du disque de la Lune et la réapparition à 23° à droite du même point. Visible dans le nord de l'Europe.

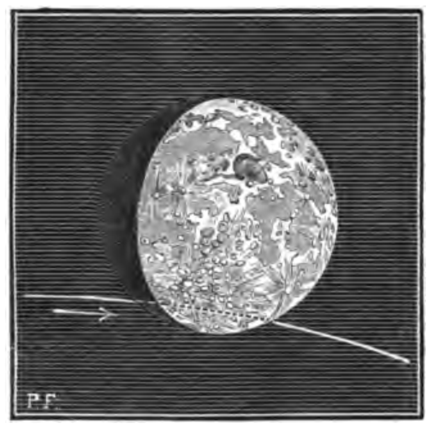
5° τ Lion (5,5 grandeur), le 15 avril, de 9h41m à 10h4m du soir. Comme dans la soirée du 23 mars, la disparition et la réapparition de l'étoile ont lieu d'un même côté du

Fig. 38.



Occultation de γ Balance par la Lune, le 23 mars, de 11h25m à 12h10m du soir.

Fig. 39.



Occultation de 48 Lion par la Lune, le 14 avril, de 11h15m à 11h53m du soir.

disque lunaire, à droite du point le plus bas, la première à 7° de ce point et la seconde à 39°. L'occultation sera observable dans le nord de l'Europe.

Occultations diverses.

Nos lecteurs pourront encore, selon les contrées de la Terre qu'ils habitent, être témoins des occultations qui suivent.

1° Jupiter, le 20 mars, vers 8h du matin, temps moyen de Paris. L'occultation sera visible dans les Antilles, l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud.

2° Uranus, le 20 mars, à 3h du soir. L'occultation sera observable dans le nord de la Perse, dans le Turkestan, la Sibérie et la Russie orientale.

3° γ Vierge (3e grandeur), le 20 mars, à 8h du soir. Le phénomène sera visible au cap de Bonne-Espérance.

4° Aldébaran est occulté pour la quatrième fois de l'année, le 8 avril, à Greenwich, de 5h17m à 6h3m du soir. A Paris, il faudra une lunette astronomique pour observer l'occultation, attendu que le Soleil sera encore au-dessus de l'horizon, à la réapparition de l'étoile. L'observation sera plus facile à faire dans l'Europe orientale.

Mercure. — Jusque dans les premiers jours d'avril, la rapide planète augmente d'éclat à mesure qu'elle se rapproche du globe terrestre et elle devient de plus en plus facile à découvrir à l'Occident, une demi-heure après le coucher du Soleil. Tous les observateurs qui voudront s'en donner la peine, pourront, l'apercevoir à l'œil nu ou à l'aide d'une jumelle marine, ayant un éclat pareil à celui des étoiles de première grandeur.

Le 22 mars, à 2h du matin, Mercure atteint son maximum d'élongation orien-

tale : 18°31′ du Soleil. Au lieu de se coucher près de deux heures après l'astre du jour, la planète ne disparaîtrait guère qu'une heure après lui, si sa déclina ison boréale ne dépassait de 9°30′ celle du Soleil.

Le 30 mars, Mercure est en station : son mouvement de direct va devenir rétrograde. Le 9 avril, à 4h du matin, Mercure est en conjonction inférieure avec le Soleil, c'est-à-dire qu'il passe entre cet astre et nous.

Jours.	Passage Méridien.		Coucher.		Différence Soleil.	Constellation.
19 Mars........	1h12m	soir.	7h55m	soir.	1h46m	Poissons.
23 »	1 11	»	8 5	»	1 50	»
25 »	1 8	»	8 6	»	1 48	»
27 »	1 3	»	8 3	»	1 42	»
29 »	0 56		7 58	»	1 34	»
31 »	0 48	»	7 49	»	1 22	»
2 Avril.........	0 38	»	7 38	»	1 8	»

Le 1er avril, le diamètre de Mercure est de 10″. La distance de la planète à la Terre est de 99 millions de kilomètres et au Soleil de 53 millions de kilomètres.

Vénus. — L'éclatant *Lucifer* brille de tous ses feux dans le ciel du matin, à une faible distance de l'horizon. En moyenne, la déclinaison de Vénus est inférieure de 10° à 15° à celle du Soleil. Aussi, lors du passage de la planète au méridien de Paris, ne s'élève-t-elle que 33°.

Du 15 mars au 15 avril, *les astronomes suivront facilement à la simple vue*, au sud-ouest du Soleil et *en plein jour*, la *planète Vénus*, *qui atteint son plus grand éclat le 24 mars*, alors que son diamètre est de 40″.

Dans une lunette astronomique, Vénus se présente avec un croissant délié, ayant beaucoup d'analogie avec le croissant lunaire, le troisième jour avant la Nouvelle Lune.

Le 31 mars, le rapprochement de Vénus et de la Lune permettra de distinguer, durant toute la journée, ces deux astres dans le champ d'une même jumelle.

Jours.	Lever.		Passage Méridien.		Différence Soleil.	Constellation.
18 Mars..........	4h26m	matin.	9h51m	matin.	1h43m	Verseau.
21 »	4 20	»	9 43	»	1 43	»
24 »	4 14	»	9 37	»	1 43	»
27 »	4 8	»	9 31	»	1 43	»
30 »	4 3	»	9 26	»	1 42	»
2 Avril.........	3 58	»	9 22	»	1 40	»
5 »	3 54	»	9 19	»	1 38	»
8 »	3 49	»	9 16	»	1 36	»
11 »	3 45	»	9 14	»	1 34	»
14 »	3 40	»	9 11	»	1 33	»

Le 1er avril, le diamètre de la planète est de 35″,2. Sa distance à la Terre est de 70 millions de kilomètres et au Soleil de 107 millions de kilomètres.

Mars. — Mars se trouve dans de très bonnes conditions pour l'observation. puisque la planète passe au méridien de Paris, aux environs de minuit. Nous rappelons aux nombreux Lecteurs de la *Revue* qu'ils doivent consulter les *Terres du Ciel* où sont condensés des cartes et documents du plus haut intérêt sur la topographie de Mars.

Mars se reconnaît facilement à sa teinte rougeâtre très prononcée et à son voisinage de Régulus. Le mouvement de la planète est encore rétrograde, dans la constellation du Lion. Voir *fig.* 4, p. 13, N° de janvier.

Le 19 mars, à 2ʰ du matin, conjonction avec la Lune, la planète étant à 4°27′ au Nord. Le 15 avril, à 1ʰ du matin, autre conjonction avec la Lune, à 3°44′ au Nord de notre satellite.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
15 Mars...........	11ʰ27ᵐ soir.	6ʰ20ᵐ matin.	LION.
19 »	11 5 »	6 1 »	»
23 »	10 45 »	5 42 »	»
27 »	10 25 »	5 23 »	»
31 »	10 5 »	5 4 »	»
4 Avril..........	9 46 »	4 46 »	»
8 »	9 28 »	4 28 »	»
12 »	9 11 »	4 11 »	»

Le 1ᵉʳ avril, Mars a un diamètre de 15″,2. Sa distance à la Terre est de 108 millions de kilomètres et au Soleil de 244 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* poursuit sa marche directe à travers la constellation du Sagittaire, dans une partie du ciel presque totalement dépourvue d'étoiles des six premières grandeurs. *Cérès* se maintient toujours à 23°40′ au sud de l'équateur. Elle se rapproche rapidement de nous et on peut l'apercevoir à l'œil nu ou avec une jumelle.

Jours.	Lever de Cérès.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Mars...........	3ʰ33ᵐ matin.	7ʰ38ᵐ matin.	SAGITTAIRE.
22 »	3 23 »	7 27 »	»
26 »	3 12 »	7 16 »	»
30 »	3 1 »	7 5 »	»
3 Avril..........	2 49 »	6 53 »	»
7 »	2 38 »	6 42 »	»
11 »	2 27 »	6 30 »	»

Coordonnées au 2 avril : Ascension droite 19ʰ38ᵐ,6. Déclinaison 23°43′S.

Pallas est également en mouvement direct, dans le sens du Nord-Est, parmi les constellations non zodiacales, le Taureau de Poniatowski et l'Aigle. A l'opposé de Cérès, *Pallas* circule dans un coin du ciel où affluent les étoiles de sixième grandeur. Une jumelle sera indispensable pour reconnaître cette petite planète.

Jours.	Lever de Pallas.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Mars...........	11ʰ51ᵐ soir.	6ʰ48ᵐ matin.	TAUREAU DE PONIATOWSKI.
22 »	11 35 »	6 35 »	»
26 »	11 19 »	6 22 »	»
30 »	11 2 »	6 9 »	»
3 Avril..........	10 45 »	5 55 »	AIGLE
7 »	10 28 »	5 41 »	»
11 »	10 10 »	5 27 »	»

Coordonnées au 2 avril : Ascension droite 18ʰ41ᵐ. Déclinaison 13°54′N.

Junon est toujours en mouvement direct dans l'Écu de Sobieski où chacun peut la voir avec une jumelle de théâtre. Comme Pallas, *Junon* traverse une partie du ciel remplie de nombreuses étoiles de sixième grandeur.

Jours.	Lever de Junon.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Mars..........	1ʰ10ᵐ matin.	6ʰ26ᵐ matin.	Écu de Sobieski.
22 »	0 56 »	6 13 »	»
26 »	0 40 »	6 0 »	»
30 »	0 25 »	5 46 »	»
3 Avril..........	0 10 »	5 32 »	»
7 »	11 55 soir.	5 18 »	»
11 »	11 39 »	5 4 »	»

Coordonnées au 2 avril : Ascension droite 18ʰ18ᵐ. Déclinaison 9°5′S.

Vesta suit sa marche directe dans la constellation du Taureau où les observateurs peuvent la découvrir facilement, un peu au Nord et non loin de ζ. Cette petite planète devant bientôt cesser d'être visible, il faut se hâter de l'étudier.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Vesta.	Constellation.
17 Mars...........	5ʰ28ᵐ soir.	1ʰ26ᵐ matin.	Taureau.
21 »	5 17 »	1 16 »	»
25 »	5 6 »	1 8 »	»
29 »	4 55 »	0 57 »	»
2 Avril..........	4 45 »	0 48 »	»
6 »	4 35 »	0 39 »	»
10 »	4 25 »	0 30 »	»
14 »	4 15 »	0 21 »	»

Coordonnées au 2 avril : Ascension droite 5ʰ28ᵐ. Déclinaison 23°22′N.

Jupiter. — Cette admirable planète doit être observée chaque soir, ainsi que les taches énigmatiques de sa surface et ses satellites. Jupiter passe au méridien de Paris, à minuit, le 21 mars; il est alors à sa distance minimum de la Terre et arrive en opposition avec le Soleil.

A l'aide des éclipses des satellites de Jupiter on peut trouver la longitude d'un lieu et par conséquent l'heure exacte.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
15 Mars...........	6ʰ33ᵐ soir.	0ʰ40ᵐ matin.	Vierge.
19 »	6 14 »	0 22 »	»
23 »	5 52 »	minuit. »	»
27 »	5 33 »	11 42 soir.	»
31 »	5 15 »	11 25 »	»
4 Avril...........	4 56 »	11 7 »	»
8 »	4 38 »	10 50 »	»
12 »	4 19 »	10 32 »	»

Le 1ᵉʳ avril, le diamètre de Jupiter est de 41″4. La distance de la planète à la Terre est de 662 millions de kilomètres et au Soleil de 807 millions de kilomètres.

Éclipses des satellites de Jupiter.

17 Mars......... ..	10ʰ16ᵐ soir.	Immersion du	3ᵉ	satellite.
» »	10 33 »	»	1	»
26 »	9 6 »	Émersion	1	»
» »	10 15 »	»	2	»
2 Avril............	11 » »	»	1	»
11 »	7 23 »	»	1	»

Remarques. — Le 17 mars, vers minuit, le 4ᵉ satellite est seul visible, le 1ᵉʳ et le 3ᵉ sont éclipsés, et le 2ᵉ est sur le disque de Jupiter. Les personnes douées

d'une très bonne vue pourront apercevoir le 3e satellite à l'œil nu, les 15, 19, 22, 26 et 29 mars, 2, 5, 6, 9 et 15 avril.

SATURNE. — Saturne a repris son mouvement direct dans la constellation des Gémeaux et, le 24 mars, il est une seconde fois en *conjonction avec* τ, à 16′ au *nord de l'étoile*. Pendant une quinzaine de jours, *la planète et l'étoile sont visibles dans le champ d'une même lunette munie d'un faible oculaire.*

Le 22 mars, Saturne est en quadrature avec le Soleil et le 10 avril, à midi, il est en conjonction avec la Lune, à 4°24′ au Nord.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
18 Mars..........	6h22m soir.	2h21m matin.	GÉMEAUX.
22 »	6 7 »	2 6 »	»
26 »	5 52 »	1 51 »	»
30 »	5 37 »	1 36 »	»
3 Avril..........	5 22 »	1 21 »	»
7 »	5 8 »	1 7 »	»
11 »	4 53 »	0 52 »	»
15 »	4 39 »	0 38 »	»

Le 1er avril, Saturne a un diamètre de 16″,4. Sa distance à la Terre est de 1353 millions de kilomètres et au Soleil de 1336 millions de kilomètres.

URANUS.— Uranus est dans le voisinage de Jupiter et presque à égale distance des étoiles γ et η Vierge. Uranus est observable à l'œil nu pour les personnes douées d'une très bonne vue, et avec une jumelle pour les personnes qui ont la vue médiocre. La planète offre l'éclat d'une étoile de sixième grandeur.

Le 26 mars, à 10h du matin, Uranus est en opposition avec le Soleil et passe au méridien de chaque lieu à minuit.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
17 Mars..........	6h51m soir.	0h46m matin.	VIERGE.
22 »	6 29 »	0 25 »	»
27 »	6 4 »	minuit. »	»
1er Avril........	5 44 »	11 40 soir.	»
6 »	5 23 »	11 20 »	»
11 »	5 2 »	10 59 »	»

Le 1er avril, le diamètre d'Uranus est de 4″,4. La distance à la Terre est de 2565 millions de kilomètres et au Soleil de 2712 millions de kilomètres.

Coordonnées au 1er avril : Ascension droite 12h21m. Déclinaison 1°28′S.

ÉTOILES FILANTES. — Dans la nuit du 12 au 13 avril, on voit parfois apparaître un flux considérable d'étoiles filantes dont le point radiant est au sud de Véga.

ÉTOILE VARIABLE. — Les minima suivants d'Algol sont observables :

23 Mars.......	Diminution principale	8h 9m	soir.	Minimum 10h 5m	soir.
26 »	» »	5 27	»	» 6 53	»
12 Avril.......	» »	10 21	»	» 11 47	»
15 »	» »	7 10	»	» 8 36	»

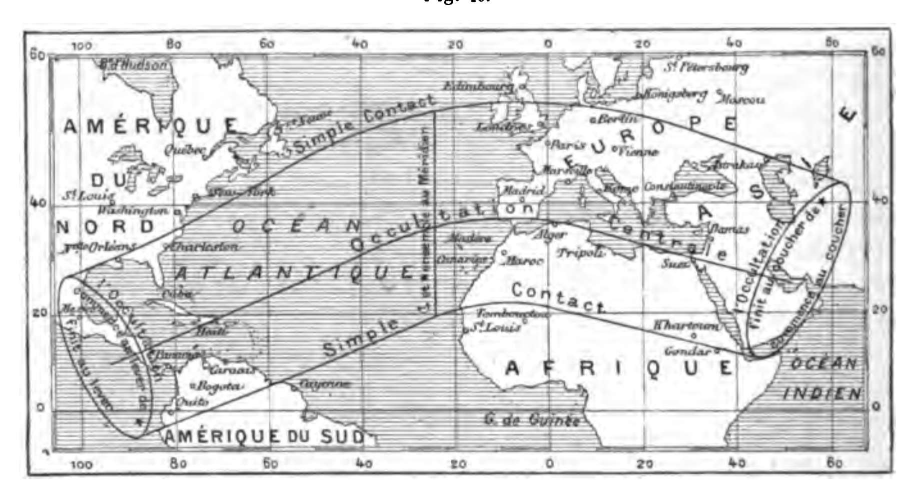
COMÈTES. — Trois comètes sont en ce moment observables au télescope. La *comète Fabry* dont l'éclat doit être si considérable en mai, est entre α Andromède

et β Pégase. La *comète Brooks* est au sud de la précédente, à une courte distance. La *comète Barnard* forme avec α et β Bélier, une sorte de triangle isocèle qui a pour base la ligne αβ de la constellation.

EUGÈNE VIMONT.

Occultation d'Aldébaran, 8 avril 1886. — Pour la partie occidentale de l'Europe et de l'Afrique, le phénomène aura lieu avant le coucher du Soleil. Mais la Lune, alors âgée de 4 jours, pourra faciliter le pointé d'une lunette et donner aux observateurs l'occasion de voir une étoile en plein jour. Vers 5^h du soir, en Angleterre, en France et en Algérie, on pourra chercher le croissant de la Lune à l'aide d'une jumelle, puis examiner attentivement, à la lunette, les environs du bord *est* de notre satellite. On ne tardera pas, sans doute, à découvrir un faible point lumineux brillant sur l'azur clair du ciel : ce sera Aldébaran.

Fig. 40.



Carte de visibilité de l'occultation d'Aldébaran par la Lune, le 8 avril 1886.

Comme l'indiquent la carte (*fig.* 40) et le tableau ci-dessus, il y aura simplement appulse pour Édimbourg, occultation de plus en plus longue pour Londres, Paris, Marseille, — et occultation centrale pour Alger.

Édimbourg............	Appulse.	$5^h 25^m$	heure de Greenwich.
Greenwich............	Entrée.	5 08	—
—	Sortie.	5 54	—
Paris..................	Entrée.	5 16	heure de Paris.
—	Sortie.	6 12	—
Marseille..............	Entrée.	5 17	—
—	Sortie.	6 27	—
Alger..................	Entrée.	5 14	—
—	Sortie.	6 32	—

La *libration* aura pour valeurs moyennes :

En latitude, 6°44′ N.-S. En longitude, 5°8′ E.-O.

ÉDOUARD BLOT.

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE
DE
L'ASTRONOMIE
OU
CATALOGUE MÉTHODIQUE
DES OUVRAGES, DES MÉMOIRES ET DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES,
PUBLIÉS
DEPUIS L'ORIGINE DE L'IMPRIMERIE JUSQU'EN 1880,
PAR

J.-C. HOUZEAU, Directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles. | **A. LANCASTER,** Bibliothécaire de cet établissement.

Trois forts volumes grand in-8, à deux colonnes, se vendant séparément :

Ire PARTIE : *Ouvrages* .... (*Sous presse.*)
IIe PARTIE : *Mémoires*. Gr. in-8 de LXXXIX-2225 pages; 1885... **40 fr.**
IIIe PARTIE : *Observations* .... (*Sous presse.*)

DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.

Personne ne met en question l'utilité d'une Biographie générale de l'Astronomie, renfermant non seulement les Ouvrages publiés séparément, mais aussi les Mémoires et Notices, insérés dans les revues ou journaux, ainsi que dans les collections académiques. Ce travail, devenu en quelque sorte indispensable pour le progrès ultérieur des études, fait l'objet des vœux des astronomes de tous les pays. Il a été en projet, de différents côtés, depuis plusieurs années; il a même reçu un commencement d'exécution en ce qui touche certains objets spéciaux, tels que les catalogues d'étoiles par *Knobel*, les nébuleuses et les passages de Mercure par *Holden*. Nous l'avons entrepris, de notre côté, dans le sens le plus large, et nos matériaux sont dès à présent réunis et classés; il ne nous faut plus que quelques mois pour achever de les mettre en ordre.

Il est superflu de dire que le *Catalogue of scientific Papers*, publié par la Société Royale de Londres, et pour la période précédente le *Repertorium commentationum* de Reuss, ont fait partie des éléments mis en œuvre. Le premier nous a fourni près de 16000 articles, et le second environ 4000, qui ont été dûment transcrits, classés, et parfois complétés ou annotés. Mais certaines collections spéciales qui n'entraient pas dans ces Catalogues, ou qui n'y figuraient que d'une manière incomplète, ont été reprises par nous et dépouillées. Nous avons revu, par exemple, en remontant à l'origine de ces publications, le *Berliner astronomisches Jahrbuch* et la *Connaissance des Temps;* nous avons compulsé à nouveau, avec une attention particulière, les différents journaux astronomiques déjà dépouillés à Londres, tels que les *Correspondances* de Zach, allemande et française, le *Zeitschrift für Astronomie*, la collection importante des *Astronomische Nachrichten*, l'*Astronomical Journal* de Gould. Il a fallu faire un travail entièrement neuf sur d'autres publications qu'à Londres on avait négligées comme trop spéciales, ou bien qui n'ont paru que dans les années les plus récentes. Nous citerons entre autres les *Unterhaltungen* continuées par le *Wochenschrift für Astronomie*, le *Sidereal Messenger*, si rare en Europe, le *Giornale astronomico* de Colla, l'*Astronomical Register*, *The Observatory*, *Sirius*, le *Selenographical Journal*.

D'un autre côté, afin de mettre le travail à jour, il était également nécessaire de continuer jusqu'aux volumes publiés récemment le dépouillement des collections académiques et des journaux scientifiques. A Londres, on s'était arrêté à 1873. Nous avons ajouté, d'après l'inspection directe, les sept années suivantes. En un mot, aucune peine n'a été épargnée pour rendre notre travail aussi complet qu'il était possible.

Les Mémoires et dissertations ne formeront d'ailleurs qu'une des Parties de notre publication. Cette Biographie générale est divisée en trois Parties, portant respectivement pour titres : I. OUVRAGES, II. MÉMOIRES, III. OBSERVATIONS.

La deuxième Partie formant un desideratum plus immédiat, c'est par elle que nous avons commencé la publication. Voici les grandes divisions de ce volume :

I. *Histoire* de l'Astronomie, suivie de Notices biographiques d'astronomes.

II. *Astronomie sphérique*, comprenant ce qui se rattache au mouvement diurne, aux calculs de précession, de nutation, d'aberration et de réfraction, aux méthodes pour la latitude, la longitude et l'heure, enfin à la gnomonique.

III. *Astronomie mathématique*, où se trouve rassemblé ce qui concerne le mouvement tant géocentrique qu'héliocentrique des astres et le calcul de leurs orbites, les théories de la parallaxe et des éclipses, le calendrier.

IV. *Mécanique céleste :* théorie de la gravitation, calcul des perturbations, théorie de la Lune ; attraction des sphéroïdes, figure et rotation des corps célestes, marées.

V. *Astronomie pratique :* instruments et leur installation ; méthodes d'observation, corrections instrumentales ; appareils accessoires tels que micromètres, oculaires solaires, horizons artificiels, etc. ; marche des pendules et des chronomètres.

VI. *Astronomie physique :* spectroscopie, photométrie, photographie astronomique; considérations générales tant sur l'univers sidéral que sur le système planétaire; comètes, météorites, Astronomie stellaire.

VII. *Monographies* des corps de notre système, contenant pour chacun d'eux la constitution physique, les dessins, les dimensions, etc.

La première Partie paraîtra dans le cours de 1886, et la troisième Partie suivra de près.

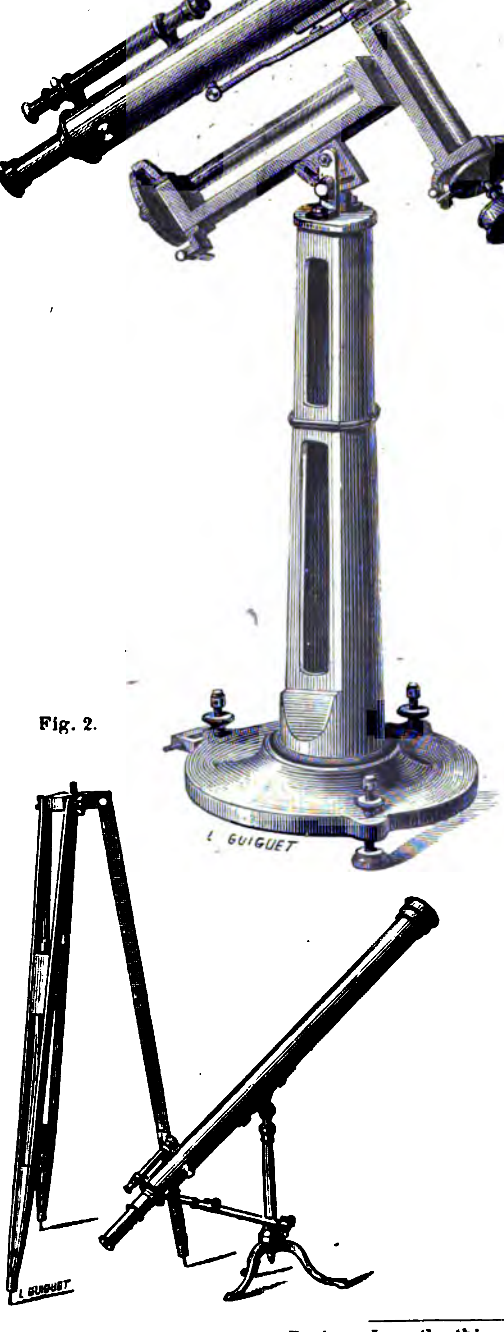

Fig. 1

Fig. 2.

A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 1872

55, rue de Chabrol, à Paris.

Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer Monture équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).
L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles.		OCULAIRES.				PRIX.
		Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	Terrestres.		Célestes.		
				Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	
0^{m},108	1^{m},60	0^{m},15	0^{m},18	1	80	3	100, 160 et 270	1450
0^{m},135	1^{m},90	0^{m},15	0^{m},18	1	90	4	100, 150, 200 et 450	2500

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.			
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.		
0^{m},075	1^{m} »	1	50	2	80 et 150	275	25
0^{m},081	1^{m},30	1	55	3	75, 120 et 200	360	35
0^{m},095	1^{m},45	1	60	3	85, 130 et 240	465	35
0^{m},108	1^{m},60	1	80	3	100, 160 et 270	650	35

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.		Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.				
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	Sans chercheur.	Avec chercheur.	
0^{m},057	0^{m},85	1	35	1	90	100	135	25
0^{m},061	0^{m},90	1	40	1	100	140	175	25
0^{m},075	1^{m} »	1	50	2	80 et 150	190	225	25

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. **35** fr.

Écran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... **15** fr.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 4. Avril 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 4 (AVRIL 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.
BERTHELOT. — Sur les signes des métaux rapprochés des signes des planètes.
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
HIRN. — Causes de la détonation des bolides.
TERBY. — La géographie de la planète Mars.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus dé Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000km.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées à **M. C. Flammarion**, *Directeur de la Revue*, **40, avenue de l'Observatoire, à Paris**, *ou* **à l'Observatoire de Juvisy** ; *ou bien* **à M. Gérigny**, *Secrétaire de la Rédaction*, **9, rue d'Alençon, à Paris.**

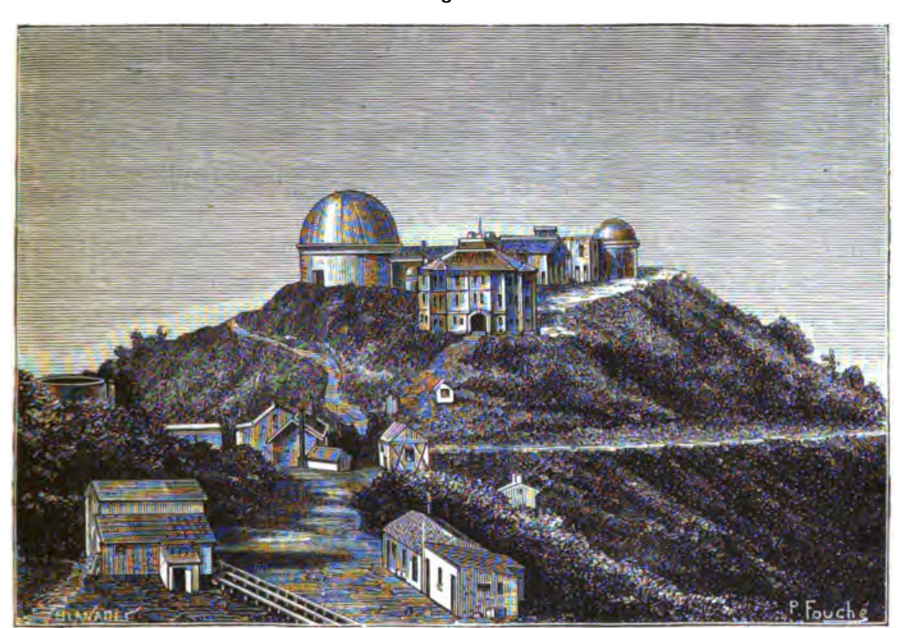
Le plan du Journal comporte une grande variété d'articles. Chaque Numéro contient des descriptions de science populaire rédigées pour les lecteurs qui ne font pas profession de science, pour les gens du monde en général; des études plus approfondies destinées aux astronomes amateurs; et des recherches intéressant les savants curieux de pénétrer de plus en plus les grands problèmes de la nature.

L'OBSERVATOIRE LICK

ET LA PLUS GRANDE LUNETTE DU MONDE.

Au mois de décembre 1874, M. James Lick prit la détermination d'établir, sur une montagne de l'État de Californie, sa patrie d'adoption, la *plus puissante lunette* du monde. Son ambition était d'installer son observatoire en des conditions exceptionnelles. Lake Tahoe fut la première localité proposée : c'est une montagne élevée de 2000^{m} au-dessus du niveau de la mer et


Fig. 41.



L'observatoire Lick. — Vu du Nord-Est.

très facilement accessible. Elle fut visitée, discutée et rejetée. Un peu plus tard, le mont Sainte-Hélène, beaucoup plus proche de San Francisco, fut visité par M. Lick en personne. Puis, en 1875, M. Thomas E. Fraser proposa le mont Hamilton (1480^{m} d'altitude), situé à 23^{km} à l'est de San José, dans la province de Santa Clara. Le premier voyage du capitaine Fraser eut lieu en 1875. L'emplacement fut trouvé satisfaisant sous bien des rapports; mais il se rencontrait une difficulté capitale, peut-être insurmontable : il fallait construire une route conduisant au sommet de la montagne, et ce sommet lui-même était une pointe de roc d'un accès fort pénible; puis, comment niveler en pareil lieu un espace suffisant pour recevoir les constructions nécessaires? Enfin, il n'y avait pas d'eau dans le voisinage. Cette dernière

objection fut levée par la découverte de deux sources situées à 100^{m} au-dessous du sommet et à 1400^{m} de distance. M. Lick fit alors savoir que si le comté de Santa Clara voulait construire une bonne route pour relier San José au haut de la montagne, il établirait et doterait convenablement un observatoire au sommet du mont Hamilton. Après avoir quelque peu modifié son plan primitif, M. Lick, par un acte daté du 21 septembre 1875, confia à cinq commissaires une somme considérable destinée à divers usages. Les commissaires furent autorisés à dépenser 700000 dollars (3 500 000 francs) pour acheter le terrain et établir une puissante lunette, *supérieure en pouvoir optique à toutes celles qui avaient jamais été construites*, avec tous les accessoires nécessaires, et les bâtiments d'un observatoire confortable. Après l'achèvement des travaux, l'observatoire devait être livré aux régents de l'Université de Californie et devenir une dépendance de cette Université. Les fonds restés disponibles seraient convertis en rentes, dont les arrérages serviraient à entretenir la lunette et l'observatoire annexé, et constitueraient une ressource de plus pour l'avancement des sciences.

Une concession de terrain fut obtenue des États-Unis; le comté de Santa Clara accepta la proposition de M. Lick et fit construire, en 1876, la route du mont Hamilton, qui fut agréée par les commissaires en janvier 1877. C'est l'une des plus magnifiques routes de montagnes qui existent aux États-Unis, aussi bien sous le rapport de l'excellence de la chaussée, que sous celui des admirables paysages qu'elle domine. Elle a coûté 78 000 dollars. Elle s'élève de 1300^{m} sur une longueur de 38^{km}. La pente maximum est de 6,8 pour 100, ou 68^{m} par kilomètre. La plus grande partie en est cependant bien moins escarpée. Les sept premiers kilomètres forment une belle avenue horizontale s'étendant sur une ligne parfaitement droite dans la vallée de Santa Clara. C'est ensuite que commence l'ascension de la montagne : la route se replie sur une série de détours indispensables pour atteindre les régions supérieures. Vers la fin du voyage, on domine les montagnes elles-mêmes, et la vue s'étend au loin sur l'un des paysages les plus pittoresques du monde. La vallée de Santa Clara se déroule à l'Ouest jusqu'à la côte du Pacifique, dont les flots ondulent à l'horizon. Au Sud-Est, s'élèvent les innombrables pics de la Sierra Nevada, coupés par la vallée de San Joachim, tandis qu'au Nord on distingue facilement, quand le jour est pur, la cime du mont Shasta, qui se dresse à 270^{km} de distance jusqu'à une hauteur de 4700^{m}. Enfin, la baie de San Francisco se développe en entier sous les yeux, fermée par le mont Tamalpais, qui la borde à l'entrée de la Porte d'Or.

Le mont Hamilton a trois sommets : le pic le plus à l'Est s'élève à 1480^{m}, celui du milieu à 1450^{m}, et le troisième, celui sur lequel est établi l'observatoire, avait primitivement 1420^{m} de hauteur; *on en a coupé la cime*, afin

d'obtenir une surface horizontale d'étendue juste suffisante pour recevoir les constructions nécessaires à l'établissement de l'observatoire. La maison d'habitation, le laboratoire et les cabinets de travail sont installés sur une sorte de col étroit, situé à environ 20^{m} au-dessous du sommet. Pour construire le palier supérieur, il a fallu enlever une masse de roc d'une hauteur de 10^{m} et d'un poids d'environ 40 000 tonnes. Ce palier est très facilement accessible : attelés à une voiture légère, les chevaux ne cessent pas de trotter depuis le départ de San

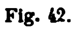
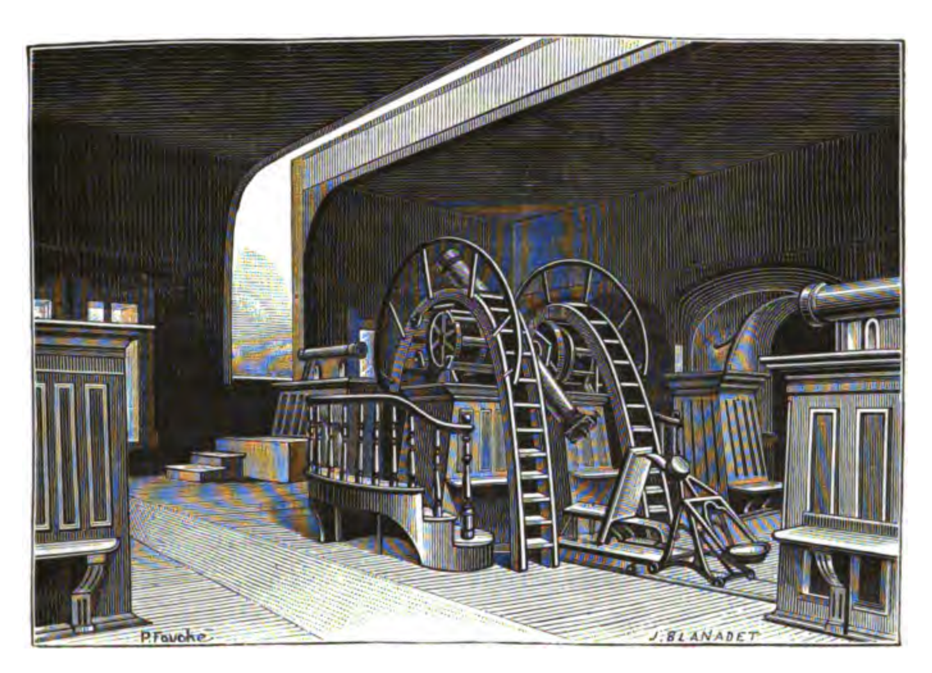


Fig. 42.



La salle méridienne de l'observatoire Lick.

José. On a aussi relié les sources à l'observatoire, au moyen d'une bonne route le long de laquelle est établie une conduite d'eau. Ces sources fournissent par jour 3800 litres d'eau pendant la sécheresse, et leur débit, dans la saison des pluies, peut aller jusqu'à 23 000 litres par jour.

La disposition générale de l'observatoire a été en grande partie décidée par le président des commissaires de Lick, le capitaine R. S. Floyd, qui a consacré à cette entreprise un temps dont bien peu de personnes pourraient disposer en dehors de leurs occupations professionnelles. Depuis 1876, il a visité la plupart des observatoires d'Europe et d'Amérique, et a correspondu avec les astronomes du monde entier. En 1879, il visitait Washington, et, d'accord avec les professeurs Newcomb et Holden, de l'observatoire Naval, il prépa-

rait une série de plans pour la construction de l'observatoire Lick et la disposition des instruments. Dans la même année, M. Burnham passa dans les montagnes trois mois d'été, qu'il consacra à des observations régulières faites au moyen d'une lunette de 0^m,19. Son but était de comparer les conditions de visibilité à cette haute altitude avec celles des niveaux inférieurs. Ses conclusions furent extrêmement favorables à la station du mont Hamilton, qui, suivant son rapport, est de beaucoup préférable, au moins pendant l'été, à celles de tous les observatoires établis jusqu'ici. En hiver, les tempêtes sont fréquentes, mais la neige n'est pas très épaisse et ne dure pas longtemps; le froid n'est pas rigoureux. Dans la saison des pluies, quand le ciel est clair, il l'est admirablement, et la visibilité est alors de beaucoup supérieure à celle des observatoires de l'Est.

Au mois d'octobre suivant, M. Burnham fut rejoint par le professeur Newcomb, qui demeura plusieurs jours au sommet de la montagne, afin de décider la position des bâtiments et des instruments.

A la fin de l'année 1881, on commença à faire au sommet du mont Hamilton des observations régulières, parmi lesquelles il convient de noter celle du passage de Mercure, au moyen d'un équatorial de 0^m,36 et d'un instrument méridien de 0^m,12, déjà installé d'une façon définitive. Pendant l'été de 1882. la construction des bâtiments s'avança rapidement, et l'on installa un réservoir de 400 000 litres pour emmagasiner l'eau des sources qui avaient été découvertes. L'année suivante, les commissaires firent installer, pour plus de précaution, un deuxième réservoir de 300 000 litres, destiné à recueillir les eaux de pluie tombant sur les toits d'ardoise de l'observatoire, à l'usage des habitations et des étables construites un peu plus bas.

Pour répondre aux derniers désirs de M. Lick, qui était mort à l'âge de quatre-vingts ans, en recommandant que la dotation du nouvel observatoire fût employée de la manière la plus utile au développement de la Science, les commissaires pensèrent qu'il était bon d'effectuer en cette station remarquable des observations du passage de Vénus en 1882. Aux instruments déjà installés, on ajouta un photohéliographe, dans le but d'obtenir des photographies du Soleil et de concourir à l'œuvre de la commission américaine pour le passage de Vénus.

L'éclipse de Soleil du 16 mars 1885 fut aussi photographiée à l'observatoire dans des conditions atmosphériques très favorables.

Les bâtiments de l'observatoire (*fig.* 41) sont élevés d'un seul étage. Comme la maison d'habitation, ils sont construits de manière qu'un incendie ne soit pas à craindre. La décoration intérieure est cependant de premier ordre, et la grande salle de 50^m de long, avec son parquet et ses lambris de marbre, forme un excellent emplacement pour les expériences d'optique. A l'extré-

mité sud du plateau, est réservée la place qui doit être occupée par la grande lunette.

Parmi les principaux instruments de l'observatoire, signalons le cercle méridien de Repsold. Son objectif mesure $0^m,19$ de diamètre, et a été construit par Clark. Le bâtiment où il est installé se voit à gauche de la tour carrée qui se trouve au centre du dessin. C'est une construction de 11^m de large sur 12^m de long, avec une aile où se trouve un cabinet de travail. Les murs sont doubles, l'intérieur en bois, l'extérieur en fer; l'espace intermédiaire ainsi ménagé est assez large pour qu'on puisse y pénétrer partout; les précautions qui ont été prises pour assurer à l'intérieur une température égale à celle de l'extérieur, sont parfaites. Les trappes qui ferment l'ouverture nécessaire aux observations sont d'un nouveau système, imaginé par le capitaine Fraser. L'intérieur de la salle est orné de boiseries en bois rouge de Californie, d'un travail très fini. Sur la droite de la *fig.* 42, qui montre la disposition de cette pièce, on voit une sorte de chariot couvert placé sur des rails, ayant pour objet d'enfermer l'instrument et de lui assurer ainsi une nouvelle protection lorsqu'il n'est pas en service.

Les autres instruments sont : un instrument méridien de $0^m,12$ de Fauth, un chercheur de comètes de $0^m,12$ de Clark, un instrument de mesure de Stackpole, permettant de déterminer les coordonnées rectangulaires et les coordonnées polaires, cinq horloges de Dent, Frodsham, Hohwü et Howard, et quatre chronomètres de Négus; un système de communication électrique rattachant toutes les salles de l'observatoire, un équatorial de $0^m,19$, un cercle vertical de $0^m,06$, de Repsold. Il y a, en outre, un atelier avec un assortiment complet de tours et d'outils, et une bibliothèque astronomique. Cette dernière a déjà coûté à elle seule plus de 5000 dollars.

Au centre des *fig.* 41 et 43 on voit la maison d'habitation destinée au directeur de l'observatoire et à ses collègues ; elle est construite en briques, juste au-dessous du plateau où se trouve l'observatoire, et regarde le Nord-Est; sa façade est élevée de 12^m, elle s'étend sur la montagne jusqu'à une profondeur de 15^m, et une sorte de pont réunit le troisième étage au plateau, près de l'entrée de la salle méridienne.

L'intérêt que cet observatoire a excité dans le public réside principalement dans la partie de l'œuvre des commissaires qui n'est pas encore achevée, la construction de la grande lunette et l'établissement de l'énorme dôme qui sera nécessaire pour la couvrir et permettre d'en faire un usage facile. De la perfection du dôme et de la monture dépendra largement l'utilité future de cette grande lunette.

Le prix de l'objectif seul s'élève à environ la moitié du prix total de l'instrument. Le traité relatif à sa construction a été signé il y a déjà cinq

ans avec MM. Clark. Deux ans plus tard ils recevaient de M. Feil, de Paris, un disque de flint-glass, ayant toute la perfection désirée : il mesure 0^{m},97 de diamètre.

Les difficultés que M. Feil a rencontrées dans la fabrication du disque de crown-glass se sont montrées beaucoup plus grandes qu'avec le flint; quinze ou vingt coulées de verre ont été perdues sans qu'on ait pu parvenir à donner à la masse la forme et les dimensions nécessaires. Il est aujourd'hui terminé et bien réussi ([1]). La grande lunette pourra être complètement installée vers la fin de 1887. Les commissaires du legs Lick, remettront alors l'établissement à l'Université de Californie, et l'observatoire se trouvera par conséquent placé sous la direction et le contrôle de cette institution

Cette immense lunette mesurera près de 20^{m} de longueur; la coupole qui doit l'abriter est en construction et n'a pas moins de 24^{m} de diamètre.

M. Edward Holden, président de l'Université de Californie a été nommé directeur du nouvel observatoire.

Une question bien naturelle, et que l'on entend souvent poser quand il s'agit de la puissance des grands instruments, c'est celle de l'effet qu'on doit attendre de cette gigantesque lunette, dans des conditions atmosphériques aussi favorables, quand on s'en servira pour observer la Lune. Tous les astronomes qui ont observé le ciel au mont Hamilton ont été frappés de la pureté exceptionnelle de l'atmosphère qui leur permettait d'employer régulièrement des oculaires grossissant deux ou trois fois plus que ceux qu'ils auraient pu adapter aux mêmes instruments dans d'autres stations. Dans ces conditions, il n'est pas téméraire d'espérer qu'il se rencontrera dans le cours de chaque année quelques nuits où il sera possible d'employer avec avantage le grossissement maximum d'environ 3500 diamètres. La distance de la Lune serait ainsi théoriquement réduite à 100^{km} environ; mais il faut

([1]) M. Feil, de Paris, a mis M. Clark en possession des deux disques Flint et Crown. Sans une maladie de M. Clark, le travail optique serait terminé; une lettre datée des premiers jours de janvier, annonce que le travail des deux verres marche très bien, et sera terminé avant la fin de l'année. L'objectif de l'observatoire de Poulkowa (0^{m},80), fondu également par M. Feil et travaillé par MM. Alvan Clark, est actuellement monté et en voie d'essai sur le ciel. Il a permis de voir la nébuleuse de Maïa, découverte par la photographie. L'objectif de 0^{m}, 77 de l'observatoire de Nice, fondu également par M. Feil et travaillé par MM. Henry frères, est en cours d'installation sous la grande coupole.

Les beaux résultats obtenus par MM. Henry, avec un objectif de 0^{m}, 37 appliqué à la photographie du ciel, et à Paris surtout, font bien présumer des nouvelles découvertes que l'on ferait sans doute d'astres inconnus, avec des objectifs plus puissants.

Espérons que notre pays tiendra à honneur de marcher le premier dans cette voie, et félicitons M. Feil de n'avoir pas laissé tomber les belles traditions de sa maison. Paris peut être fier de savoir que nous possédons toujours le premier constructeur de grands objectifs du monde entier. — Note de la *Rédaction*.

bien reconnaître que les conditions de visibilité ne seront jamais aussi parfaites que si la Lune, supposée réellement à cette distance, était observée à l'œil nu. En tenant compte des effets perturbateurs de l'atmosphère terrestre et des autres conditions défavorables, l'observateur peut s'attendre à voir la Lune à peu de chose près de la même manière qu'il la verrait sans instrument si elle n'était distante que de 150^{km}. S'il arrive qu'au moment de l'observation notre satellite se trouve à sa distance minimum, environ 350 000^{km}, et si l'on trouve à sa surface des objets convenablement éclairés par le Soleil,

Fig. 43.



L'observatoire Lick. — Vu à distance du côté du Nord-Est.

il est possible qu'on puisse arriver à y distinguer des détails dont les dimensions seraient inférieures aux plus vastes monuments terrestres.

L'histoire et la description de cet observatoire, ainsi que le récit des travaux astronomiques qui y ont été déjà accomplis conduit naturellement à quelques réflexions sur les principaux avantages qu'il y a lieu d'attendre de ces nouvelles ressources offertes à la Science du ciel.

Le fait d'une simple élévation qui n'atteint même pas 1500^{m} au-dessus du niveau de la mer n'est pas, comme on le suppose souvent, de nature à accroître considérablement la visibilité des étoiles. Celles-ci ne gagnent en éclat qu'une très petite fraction de l'unité adoptée sous le nom de grandeur. Mais, ce qui est incomparablement plus important, la pureté de l'atmosphère en cette station élevée s'est montrée de beaucoup supérieure à ce qu'elle est

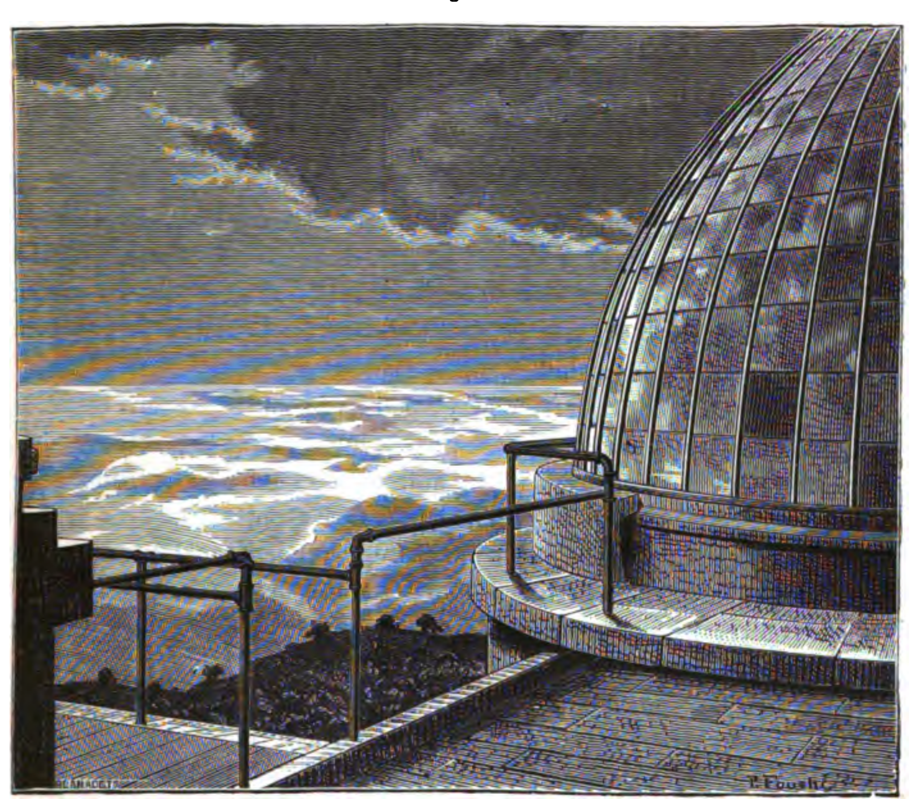
dans les régions inférieures, de sorte que l'astronome pourra non seulement utiliser un grand nombre de nuits qui ne sont que de peu de valeur dans les stations ordinaires, mais encore augmenter de beaucoup la précision de son travail. La perfection des observations méridiennes, et en général de toutes les mesures micrométriques, exigera l'invention de méthodes meilleures que celles que nous possédons actuellement pour éliminer les erreurs personnelles et instrumentales. Les erreurs qui résultent des conditions de visibilité dans la détermination des coordonnées des étoiles seront tellement petites que deux ou trois observations d'une étoile devront suffire à en fixer la position d'une manière très précise. Une grande économie dans le travail des observations et des réductions pourra ainsi être réalisée, si toutefois il est possible d'éliminer les autres erreurs à l'aide d'un aussi petit nombre d'observations. Quant à l'influence de l'élévation sur la visibilité des astres dans le jour, il est à remarquer que les témoignages de M. Burnham en 1879, du professeur Holden en 1881, et du professeur Todden en 1882, s'accordent à représenter l'état de l'atmosphère pendant le jour comme tout aussi instable que dans les autres stations. Toutefois, cette conclusion ne s'applique qu'à la période de l'année qui s'étend du milieu d'août au milieu de décembre, car aucune série d'observations suivies n'a été entreprise pour cet objet pendant les autres mois de l'année. Il est fort possible que l'état de l'atmosphère à la fin du printemps et au commencement de l'été se trouve tout différent de ce qu'il est en d'autres saisons.

L'élévation de 1500^{m} au-dessus des couches inférieures de l'atmosphère devient encore très utile en ce sens qu'elle permet d'explorer une plus grande région du ciel qu'on ne peut le faire dans les observatoires de même latitude où les observations à plus de 70° du zénith ne méritent pas d'être faites. M. Burnham fait aussi remarquer qu'on pourra étudier une région de l'hémisphère céleste austral qui est ordinairement inaccessible aux travaux de précision de nos observatoires de latitude boréale. A la latitude du mont Hamilton, le 53e parallèle de déclinaison Sud touche presque l'horizon. Parmi les quarante-deux étoiles doubles qu'a découvertes M. Burnham pendant son séjour sur la montagne en 1879, il y en a vingt qui se trouvent comprises entre le trentième et le quarantième parallèle de déclinaison Sud, c'est-à-dire dont la hauteur maximum au-dessus de l'horizon varie entre 13° et 23°. Cinq des nouvelles étoiles ont une déclinaison comprise entre 40° et 44°, c'est-à-dire que leur élévation maximum est de 9° à 13° seulement au-dessus de l'horizon. Cet avantage important ne se rapporte pas seulement aux études qui concernent l'hémisphère austral; il se retrouvera dans toutes les recherches qui exigent de temps à autre des observations effectuées dans le voisinage de l'horizon.

L'existence de vents violents au sommet de la montagne, et surtout leurs effets sur les conditions optiques de l'atmosphère n'ont pas encore été suffisamment étudiés. En règle générale, les astronomes installés à des altitudes ordinaires estiment que les vents violents sont accompagnés de conditions de visibilité qui ne permettent pas d'effectuer de bonnes mesures micrométriques. M. Burnham a cependant trouvé qu'un vent modérément fort ne



Fig. 44.



La grande coupole de l'Observatoire Lick, au-dessus des nuages.

paraît pas affecter la stabilité optique de l'atmosphère. Je rappellerai à ce sujet une expérience qui m'est personnelle. Le 2 décembre 1882, alors que le vent soufflait régulièrement avec une grande violence, je trouvai les images de Jupiter et Saturne vagues et ondulantes ; mais, ayant tourné la lunette vers Sirius, je vis le compagnon avec une netteté très remarquable : il était aussi facile à distinguer qu'un satellite de Jupiter.

La place de l'observatoire dans une région où le ciel est tout à fait sans nuages pendant le plus grande partie de l'année constitue un avantage qui ne peut être pleinement apprécié que par les astronomes qui ont vu un

travail important compromis par une longue interruption forcée pour cause de mauvais temps. Si les observateurs installés au mont Hamilton jugent utile de continuer les observations pendant la période de cinq mois, connue sous le nom de *saison des pluies*, ils trouveront sans doute, grâce à leur altitude élevée, le ciel pur pendant un tiers ou la moitié de cette période, alors que les nuages et les tempêtes envelopperont les régions inférieures. Durant mon séjour sur la montagne, vers la fin de 1882, et peu de temps après le début de la saison des pluies, cette circonstance s'est souvent présentée; en deux occasions différentes le ciel resta pur pendant plus de soixante-dix heures consécutives, tandis que nous étions comme sur une île dominant une mer de nuages assez épais pour nous cacher toutes choses juste au-dessous du sommet.

Nous fîmes plusieurs photographies de cette mer de nuages; la *fig.* 44 est la reproduction de l'une d'elles. Les brouillards de l'Océan atteignent rarement la hauteur de l'observatoire. M. Burnham a observé que ces brouillards s'élevaient au-dessus du Pacifique et s'étendaient presque chaque soir au coucher du soleil; leur hauteur ordinaire est d'environ 500^{m} et ils ne semblent pas affecter la visibilité.

Les instruments de l'observatoire, quoiqu'ils ne soient pas tous installés, constituent déjà un ensemble peu ordinaire, qui, lorsque tout sera terminé, surpassera tout ce qui existe dans les autres observatoires. Les instruments ont été construits et montés de la manière la plus avantageuse; on a pris un soin particulier de toutes les pièces mobiles des bâtiments qui les recouvrent; les trappes, fenêtres, etc., qui sont toujours une source de gêne et d'ennui pour les observateurs, ont été disposées de manière à réduire au minimum la fatigue et la perte de temps.

Il y a lieu de signaler encore les avantages qui résultent de ce que les observateurs demeureront près de leurs instruments. La maison d'habitation, très confortable, est au pied même de l'observatoire, de sorte que tout le temps où les observations seront praticables pourra être complètement utilisé.

Les moyens de publication, considération des plus importantes dans l'organisation d'un grand observatoire ont été assurés par les dispositions votées dans la dernière session de la législature de l'État de Californie.

Enfin, et c'est peut-être ce qu'il y a de plus important, l'institution est assurée d'une dotation généreuse dont le revenu suffira largement à l'entretien de l'établissement et à l'achèvement de ses travaux. Grâce à l'économie dont ont fait preuve les commissaires, l'observatoire a été complètement achevé avec une dépense qui excède à peine les trois cinquièmes de la somme léguée par M. Lick; le reste doit constituer les fonds de dotation de l'institution.

En résumé, l'observatoire Lick sera le mieux équipé du monde; il aura la lunette la plus puissante qui existe; il est situé dans une station extraordinairement favorable sous le rapport de la pureté du ciel; il est assuré de la publication de ses travaux et des ressources pécuniaires nécessaires à son existence. Dans des conditions aussi exceptionnelles, il y a lieu d'espérer qu'il rendra les plus grands services à la Science. On ne saurait trop rappeler que cette entreprise grandiose est due tout entière à l'initiative d'un particulier. C'est là un magnifique exemple donné au monde entier. Les astronomes considèrent M. Lick comme un bienfaiteur de la science; il n'en manquera pas parmi eux, qui, malgré l'ennui d'une vie isolée au sommet d'une montagne, véritable exil de plusieurs mois, voudront profiter des ressources exceptionnelles mises si généreusement à leur disposition. L'amour de la science a enfanté bien d'autres dévouements; nous sommes persuadé que l'observatoire du mont Hamilton deviendra bientôt l'un des grands foyers scientifiques du monde, un centre d'études nouvelles et de découvertes inattendues.

David P. Todd.

Mont Hamilton. (État de Californie.)

UNE STATUE A ARAGO.

Nos lecteurs ont appris par les journaux quotidiens que le conseil municipal de la ville de Paris a refusé d'accorder une subvention de 2500 francs pour construire une tente sous laquelle on se proposait de se réunir en fête publique dans le but de célébrer le fameux centenaire d'Arago. En toute autre saison, on aurait pu se passer de cette obole et faire la cérémonie en plein air; on aurait pu aussi, bien facilement, se cotiser entre savants et citoyens soucieux de nos gloires nationales pour réunir cette petite somme; on aurait pu encore donner le fête à l'Observatoire même, plutôt que sur la place publique ; mais on avait pensé, non sans raison, que la ville de Paris, au milieu de laquelle le laborieux astronome a passé sa vie, que la grande cité qui lui doit tant, que le conseil municipal, dont il a été membre ou président pendant près de trente ans, et pour tout dire que la capitale de la nation qu'il a illustrée se ferait un honneur et un devoir de s'associer à ce noble souvenir, et on lui avait demandé une obole insignifiante sur le budget que nous lui payons par an et une salle dans laquelle un banquet public aurait eu lieu par souscription. C'était peu.

Mais voilà que, sur un souvenir historique, nos édiles ont tout d'un coup

oublié à la fois le savant et le citoyen, et payé d'une misérable ingratitude tous les services rendus pendant une vie entière de désintéressement, d'indépendance et d'intégrité.

Pourtant, quelle admirable carrière que celle d'Arago! Nous ne voulons pas revenir sur ce que nous avons dit dans un précédent article. Mais comment nous, citoyens indépendants et affranchis de tout esprit de système, comment ne pas nous souvenir?

Arago commence sa carrière en 1804, à l'âge de dix-huit ans, élève à l'École Polytechnique, en se déclarant républicain et en refusant de prêter serment à l'auteur du 18 Brumaire, qui vient d'échanger le casque trop étroit du premier consul pour la couronne impériale.

Deux ans plus tard, à l'âge de vingt ans, nous le voyons, au milieu de mille périls, prolongeant la méridienne de France jusqu'aux îles Baléares.

Trois ans après, à l'âge de vingt-trois ans, nommé membre de l'Institut, il inaugure cette brillante série de travaux qui, pendant toute la première moitié de ce siècle, fit de lui le promoteur de toutes les grandes découvertes et de toutes les idées généreuses.

On lui doit de fécondes études sur la lumière et les phares.

On lui doit, en grande partie, l'établissement du télégraphe électrique.

On lui doit surtout d'avoir rendu public le service télégraphique, jusqu'alors réservé et tenu secret entre les mains de l'État.

On lui doit, en grande partie aussi, le développement rapide du daguerréotype et de la photographie.

C'est lui qui, pendant son passage aux affaires comme membre du gouvernement provisoire, en 1848, décréta *l'abolition de l'esclavage* dans toutes les colonies françaises.

C'est lui qui décréta également, comme ministre de la marine, la suppression des peines corporelles dans la marine.

La ville de Paris lui doit le puits artésien de Grenelle et des documents géologiques apportés dans la connaissance des terrains parisiens par cette coupe de 537^{m} de profondeur.

Elle lui doit aussi, entre autres, la conservation de la tour Saint-Jacques, ce beau souvenir historique des expériences de Pascal.

Elle lui doit le développement de l'Observatoire de Paris, la création de la salle méridienne et de la grande coupole, la guerre patriotique faite par lui pendant un demi-siècle aux constructeurs anglais pour élever au premier rang les constructeurs et opticiens français (Gambey, Bréguet, Lerebours, etc.)

L'instruction publique lui doit ses admirables notices annuelles de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, qui ont jeté tant de lumières dans le peuple;

son cours d'Astronomie populaire, dans lequel il répandait à pleines mains les nouvelles découvertes de toutes les sciences physiques; la publicité donnée aux comptes rendus de l'Académie des sciences. Il a été le plus puissant promoteur scientifique de son siècle et, s'il est grand comme savant, il est plus grand encore par l'influence qu'il a exercée en répandant sur le monde les vérités émancipatrices de la science positive.

Quant à son caractère de citoyen intègre et de républicain incomparable, rappelons que, sous tous les régimes : Premier Empire, Restauration, Louis-Philippe, il resta le modèle du civisme le plus pur et de la démocratie la mieux comprise. Il combattit partout le cumul, refusant pour lui-même les places grassement rétribuées qui lui étaient offertes (n'ayant jamais reçu plus de sept à huit mille francs par an d'appointements pour les services multipliés qu'il rendait à l'État). En 1804, comme nous le rappelions plus haut, il refuse de prêter serment à Napoléon Ier, et, un demi-siècle plus tard, au lendemain du coup d'État du 2 Décembre, il refuse également le serment à Napoléon III.

Voilà l'homme que les radicaux socialistes du conseil municipal ne trouvent pas assez pur! Ce grand citoyen, qui a consacré sa vie tout entière à l'éducation et à l'instruction du peuple, ne mérite pas l'estime des socialistes.

« Au nom de la jeune génération, fille des journées de Juin, s'est écrié M. Joffrin, je déclare protester contre le don que l'on veut faire de l'argent de la Ville (2500 fr.) pour célébrer la mémoire d'un de ceux qui ont, par leurs actes, frayé à Bonaparte le chemin du trône! »

Ne croit-on pas rêver?

« Arago, a été un des massacreurs de Juin, » s'écrie à son tour M. Vaillant.

« Arago républicain? réplique de son côté M. Longuet, oui, sans doute, mais pas à ma manière! »

Consacrez donc votre vie entière au bien public! Pour leurs opinions personnelles, les démocrates de cette nuance oublient la France entière, l'humanité même, la science et le progrès.

Assurément, tout le monde regrette, tout le monde déplore les épouvantables journées de juin. La guerre civile est la pire des solutions. Mais, est-ce donc là une raison d'oublier que, représentant du gouvernement républicain, Arago n'a pas cessé un seul instant d'agir au nom de la cause sacrée à laquelle il consacra sa vie entière: la République même, conçue dans son sens le plus large et plus libéral. Il est au moins bizarre de lui reprocher de n'avoir pas été du côté de l'émeute.

On pourrait discuter longuement sur le principe même de la fondation des ateliers nationaux, sur leur mode d'action sociale, sur leur valeur intrin-

sèque et sur la perpétuité de fondations de ce genre; ce n'en est pas ici le lieu. Mais on accordera bien que les opinions peuvent différer. Les opinions républicaines n'ont que trop de nuances, hélas! Si ce n'étaient que des nuances, le progrès n'en serait pas compromis. Mais ce sont des drapeaux au nom desquels on n'hésite pas à verser le sang humain. Et, trente ans après la mort d'un illustre patriote, on réveille un souvenir qui depuis longtemps devrait être endormi, effacé par l'auréole d'une gloire impérissable.

Si chaque républicain n'admet comme frère que celui qui pense absolment comme lui sur toutes les questions sociales, politiques, philosophiques, religieuses, historiques, etc.; si chacun prétend réformer le monde suivant son plan personnel et son jugement individuel, c'en est fait de toute union et de toute force. La poutre continuera éternellement à prêcher contre la paille. Soyez logiques alors, reniez du même coup tout le passé de l'humanité, reniez tous ceux qui ont servi votre propre cause, reniez Rousseau aussi bien que Voltaire, Robespierre comme Mirabeau, et ensevelissez Marat dans le même tombeau que Lavoisier et Condorcet; reniez vos frères d'hier, surtout les plus illustres, Lamartine, Louis Blanc, Edgar Quinet, Ledru-Rollin, Flocon, et mettez-les tous dans le même sac que François Arago. Tous impurs, tous à la Seine, ô nouveaux Louis XI!

Quoi! nous, fils de 48 et du suffrage universel, nous avons eu la gloire de voir ces hommes soutenir de leur valeur l'édifice naissant du monde nouveau; nous avons eu l'honneur de compter Arago dans nos rangs, et c'est nous qui le renions! Petite mesquinerie, ou, pour mieux dire, grande sottise!

On aimerait voir les élus du suffrage universel considérer les hommes et les choses de plus haut, et cesser d'ériger désespérément, comme ils le font, leurs idées personnelles (et sans doute infaillibles) en dogmes, en articles de foi de toutes leurs intolérantes petites églises. Si chaque représentant de ce suffrage prétend abaisser le monde entier au niveau de ses yeux plus ou moins myopes, la République n'est pas en de meilleures mains qu'une royauté dirigée par des principicules quelconques. Ce n'est point là le progrès tant désiré. C'est le progrès à reculons.

Mais ne restons pas sur une pareille conclusion. Le conseil municipal a été évidemment surpris et ne doit pas être tenu comme absolument responsable de ce vote singulier.

Il a été saisi fort à l'improviste d'une question d'ailleurs mal posée. L'un des promoteurs de ce projet a agi quelque peu maladroitement, ce qui n'a point surpris, d'ailleurs, ceux qui le connaissent. L'Observatoire, l'amiral Mouchez, et nous tous, n'aurions point dû essayer même de mener à bonne fin cette entreprise mal engagée dès les premiers jours. Le conseil municipal

n'a pas compris qu'on ne se fût pas adressé à l'État en même temps qu'à lui, car Arago appartient autant à la France qu'à Paris; le ministère, de son côté, ne s'est pas expliqué pourquoi l'on n'avait pas commencé par lui; les cinq académies de l'Institut de France ont fait la sourde oreille, s'imaginant qu'il s'agissait d'une manifestation politique à l'Hôtel de Ville et craignant de se compromettre : *pas un* académicien n'a répondu à l'appel, à l'exception de huit membres de l'Académie des Sciences, voisins du fauteuil d'Arago et qui ne pouvaient pas faire autrement. A mon humble avis, la fête aurait dû avoir lieu à l'Observatoire même, foyer d'où rayonna sur le monde la vie d'Arago tout entière; on aurait pu faire là une cérémonie publique à laquelle l'État et le conseil municipal auraient été conviés. Cet avis n'a pas prévalu, ni pour le couronnement du buste, ni pour le banquet. Et tandis que Perpignan (¹) a noblement fêté son illustre enfant, Paris, la « ville lumière », le cœur et la tête de la patrie française, Paris est resté cataleptisé dans une ingratitude apparente.

Le bruit qui s'est fait autour de ce centenaire avorté n'aura pas été inutile toutefois. Il a remis en lumière toute la gloire si française de l'éminent astronome. On s'étonne que l'illustre directeur de l'Observatoire n'ait pas encore sa statue à Paris, et le comité, réuni à propos du centenaire, a acclamé avec joie la proposition de l'amiral Mouchez en faveur d'une souscription nationale destinée à l'érection d'une statue sur la place Arago, en face de cet Observatoire qu'il a tant illustré. Le conseil municipal ne sera certainement pas le dernier à souscrire lui-même à cet acte de glorification; MM. Gaston Carle et Stupuy viennent d'en déposer la proposition. On oubliera un épisode politique pour une vie tout entière consacrée à la science et à la gloire de la France.

La souscription est ouverte dès aujourd'hui à l'Observatoire.

CAMILLE FLAMMARION.

(¹) La ville de Perpignan n'a pas été seule à fêter le centenaire d'Arago. On lit dans les journaux de Marseille :

« *Le Centenaire de François Arago.* — La Société scientifique Flammarion de notre ville a fêté le 26 au soir le centenaire de l'illustre astronome François Arago. Plus de 60 sociétaires avaient tenu à honneur de célébrer par un punch intime cet anniversaire.

» M. A. Bruguière, président, a fait la biographie de François Arago, qui précéda Camille Flammarion dans la vulgarisation de la Science astronomique, et rappelé que non seulement ce jour était mémorable par la naissance d'Arago, mais encore que ce jour, 26 février, avait donné naissance à trois autres hommes honorés par leurs travaux : Montgolfier, né en 1740; Victor Hugo, né en 1802; et Flammarion, né en 1842. M. le président a fait ressortir, en esquissant la biographie de chacun d'eux, les liens intellectuels qui les unissent. Ce discours a été salué par une salve d'applaudissements; on a toasté à la mémoire de François Arago, à la Science astronomique et aux résultats philosophiques et sociaux dus à la vulgarisation des sciences positives. »

LES PROBLÈMES ACTUELS DE L'ASTRONOMIE.

(*Suite et fin*).

VII.

La chromosphère et les protubérances nous offrent des problèmes intéressants. L'un des plus féconds se rapporte aux phénomènes spectroscopiques observés à la base de la chromosphère, et spécialement aux différences singulières d'aspect des lignes spectrales provenant d'une même substance, suivant les observations de nos laboratoires. De deux lignes (du fer, par exemple) situées l'une près de l'autre, l'une sera chaude et brillante, tandis que l'autre sera sale et sombre; la première sera tordue et étalée, probablement sous l'action rapide de la vapeur du fer qui la produit; l'autre se tiendra droite et mince.

Ces différences ont certainement une raison d'être; aucune explication satisfaisante n'a encore été donnée, malgré des tentatives nombreuses et ingénieuses.

Le spectre d'une vapeur métallique dépend non seulement de ses éléments chimiques constitutifs, mais encore de ses conditions physiques; tellement qu'à différentes profondeurs de l'atmosphère solaire, le spectre du fer présentera des lignes d'éclat relatif fort différent. Il arrivera ainsi que si une perturbation quelconque affecte une masse de fer incandescent, les lignes seules qui caractérisent cet état particulier seront tordues ou renversées, tandis que les lignes voisines resteront intactes.

Le problème de la couronne solaire est l'objet d'une attention spéciale. Les recherches toutes récentes du docteur Huggins et du professeur Hastings donnent des résultats qui semblent diamétralement opposés. Le docteur Huggins, ayant obtenu la photographie de la couronne en plein soleil (¹) et prouvé ainsi sa réalité objective, la considère comme un immense appendice solaire, d'une forme presque permanente et entraînée dans la rotation du globe auquel elle se trouve fixée. On peut même l'appeler *une atmosphère*, si ce mot n'est pas appliqué dans un sens trop étroit. Je dois dire que les photographies qu'il a obtenues montrent bien les apparences qui seraient produites par un appendice solaire, quoique ces épreuves soient très faibles et fortement ombrées.

Notre astronome américain, au contraire, lors de la dernière éclipse qu'il est allé observer dans l'océan Pacifique, a remarqué certains phénomènes qui semblent confirmer la théorie formulée par lui quelque temps auparavant, et indiquer que les formes brillantes de la couronne sont une simple apparence, un effet purement optique dû à la *diffraction* (et non à la réflexion ou à la réfraction) de la lumière sur le bord de la Lune : d'après lui, ce n'est pas plus un appendice solaire qu'un arc-en-ciel ou un soleil idéal. Certaines théories mathématiques, reliées à cette théorie, semblent appelées à des conclusions indiscutables, le jour

(¹) Voir *L'Astronomie* du 1ᵉʳ juillet 1884.

où le mémoire de son ingénieux et habile auteur sera publié en entier. Pour le moment, on doit avouer franchement que certaines observations du docteur Hastings semblent très difficiles à expliquer dans une autre hypothèse.

Quel que puisse être le résultat, la recherche de la constitution et de l'étendue d'une enveloppe nébuleuse qui entoure un soleil ou une étoile est certainement une question aussi intéressante qu'importante.

Pour expliquer certaines particularités cométaires, nous sommes obligés de recourir à d'autres forces que la gravité, la chaleur et l'élasticité des gaz. Quant à l'existence actuelle d'une grande enveloppe gazeuse autour du Soleil, elle est démontrée d'une manière indiscutable par d'autres apparences que celles qui se produisent pendant les éclipses, phénomènes tels que formations des nuages d'hydrogène incandescent à de grandes hauteurs, diverses formes et mouvements des proéminences les plus élevées.

Mais de tous les problèmes solaires, celui qui excite le plus l'intérêt général se rapporte bien certainement à la chaleur de notre Soleil, à sa constance et à sa durée. Pour ma part, je suis loin de critiquer la solution proposée par Helmholtz, qui invoque une contraction lente de la sphère solaire. La seule objection de quelque valeur à lui faire, c'est qu'elle limite la durée antérieure du système solaire à une période qui n'excède guère vingt millions d'années environ, et plusieurs de nos amis les géologues protestent contre une telle parcimonie. La même théorie nous donne à peu près la moitié de ce temps pour la durée future de notre vie planétaire, mais ce n'est pas une objection, puisqu'il n'y a pas lieu de douter de la cessation complète de toute l'activité solaire, et, par suite, de la fin du système. Cependant, bien que cette hypothèse semble répondre parfaitement à toutes les exigences et se présente comme la conséquence de tout ce que nous pouvons savoir, touchant la genèse de notre ensemble planétaire et la constitution du Soleil lui-même, il est bien certain qu'il n'existe aucune vérification expérimentale. Nous ne disposons actuellement d'aucune mesure qui puisse en fournir la preuve.

On doit admettre aussi qu'il y a beaucoup à dire en faveur des autres théories, telles que celle qui attribue la chaleur solaire aux chocs de la matière météorique, et l'autre hypothèse, si ingénieuse et si intéressante, de W. Siemens.

Quant à la première, cependant, on ne peut nier que, si elle est exclusivement exacte, la Terre doit recevoir plus de chaleur que le Soleil, ainsi que l'a démontré le professeur Pierce. Elle exigerait la chute d'une quantité de matière au moins soixante millions de fois plus considérable que celle qui est concédée par les estimations les plus fortes, ce qui ne pourrait échapper aux observations les plus simples, chaque mille carré (carré de 1609^{m}) recevant chaque jour plus de 150 tonnes.

Pour ce qui concerne la théorie de Siemens, ce sujet a été tellement discuté, qu il est inutile d'y revenir. Nous ne dirons rien des difficultés relatives à son tourbillon, ni de ce fait que la température de la surface du Soleil semble au-dessus du point de dissociation des composés du carbone, et même au-dessus de

leur température de combustion. Il semble bien démontré que la matière de densité nécessaire à cette théorie ne puisse exister dans l'espace interplanétaire sans modifier notablement les mouvements des planètes, aussi bien par son attraction que par sa résistance : les rayons lumineux des étoiles ne pourraient nous arriver à travers un milieu capable de prendre et d'utiliser ceux du Soleil.

Et encore j'imagine que cette théorie est généralement reçue avec faveur, tandis que les autres perdent du terrain, en raison de ce qu'elles admettent que la plus grande partie de l'énergie radiante du Soleil est simplement gaspillée au point de vue scientifique. La millionième partie du ciel, vue du Soleil, renferme des objets sur lesquels tombent les rayons solaires; le reste est vide. Si le Soleil lance ses rayons dans toutes les directions, la millionième partie seulement sera donc utilisée, à moins qu'il n'existe dans l'espace quelque milieu capable d'utiliser ces rayons, ou quelques mondes inconnus situés au delà des étoiles.

Pour ma part, je ne m'inquiète guère des accusations de gaspillage formulées contre la nature, ni des exigences de certaines théories qui veulent prouver l'utilisation de toutes les forces dépensées. Quand je me rends compte d'une certaine quantité de force mise à profit, je le reconnais avec respect et gratitude. Quand je ne puis rien trouver dans ce sens, je ne récuse pas la sagesse de la nature ou l'exactitude d'une hypothèse satisfante à d'autres égards. C'est simplement une preuve de notre ignorance et de notre esprit borné : comment un aveugle comprendrait-il l'utilité d'un télescope?

VIII.

Peut-être aussi admettons-nous avec trop de confiance que, dans l'espace libre, les radiations s'opèrent également dans toutes les directions. Naturellement, si la manière d'envisager la nature et les propriétés de l'*éther* est exacte, il n'y a pas besoin de se poser cette question. Mais, comme J. Herschel et d'autres savants l'ont indiqué, les propriétés dont on gratifie l'éther pour le rendre apte à remplir les fonctions variées pour lesquelles il a été créé sont tellement surprenantes et même inconcevables, qu'on peut bien faire quelques réserves avant de l'adopter comme une hypothèse nécessaire. Cette idée a été mise en avant très souvent, et quelquefois par des savants d'une valeur reconnue, et l'on se demande souvent si la constitution de la matière n'est pas telle que la radiation et le transfert de l'énergie ne puissent avoir lieu qu'entre des masses pondérables, ou encore sans dépense d'énergie sur l'agent de transmission (s'il existe) le long de la ligne d'action, même pendant le passage. S'il en est ainsi, le Soleil dispense son énergie simplement aux planètes, aux météores et aux étoiles sœurs, ne prodiguant rien à l'espace vide; la perte de chaleur serait alors considérablement diminuée, et la durée de la vie de notre système planétaire serait fortement prolongée. Jusqu'à présent, on n'a pu indiquer par quel milieu et par quel mécanisme se transmettent les vibrations lumineuses et calorifiques qui vont du Soleil aux planètes.

Rien de positif n'a été dit sur les conditions réelles et sur le contenu de l'espace dit libre. L'éther est une heureuse hypothèse, mais rien de plus.

Je ne puis manquer d'ajouter qu'un problème aussi intéressant qu'inaccessible, et qui est relié au précédent, est celui du mécanisme de la gravité ou de l'action réciproque des corps à distance. S'il existe réellement une substance appelée éther, on peut expliquer toutes les attractions et les répulsions de la matière pondérable comme dues à son action. Les recherches et les conclusions de Challis, quant à l'effet des actions hydrodynamiques dans un tel milieu, ne semblent guère acceptables, et le champ reste ouvert aux études sur la gravitation et les forces qui sollicitent la matière à travers l'éther.

IX.

Les météores et les comètes qui ne paraissent appartenir ni au système solaire ni à l'univers stellaire, nous présentent une foule de problèmes difficiles et curieux. On en a résolu beaucoup, dans ces dernières années; mais, en certaines parties, les connaissances acquises ont simplement augmenté le mystère.

Le problème de l'origine des comètes a été supposé résolu dans une certaine limite par les recherches de Schiaparelli, Heis, le professeur Newton et autres, qui les considèrent comme des étrangères venues des espaces extérieurs, *capturées* par des planètes, astreintes à des orbites elliptiques et à un mouvement périodique. Bien certainement cette théorie a des bases solides et une grande autorité, et probablement elle se trouve dans des conditions meilleures que toutes les autres qui ont été proposées. Mais elle rencontre des objections réellement sérieuses, sinon insurmontables. Des comètes rencontrées par le Soleil devraient parcourir des orbites hyperboliques; or nous n'en connaissons guère, ou même aucune. On devrait trouver une relation entre la direction des grands axes des orbites cométaires et celle du mouvement du Soleil dans l'espace. Enfin, suivant la remarque récente de M. Proctor, la transformation d'une orbite parabolique en orbite elliptique, sous l'influence des attractions planétaires, suppose une réduction de la vitesse cométaire plus considérable que celle qu'on peut raisonnablement expliquer. Si, par exemple, la comète de Brorsen, dont la moyenne distance au Soleil est moins de trois fois celle de notre Terre, avait autrefois une orbite parabolique et devait son orbite actuelle à l'influence de Jupiter, comme on l'admet généralement, sa vitesse aurait dû se trouver réduite de onze milles par seconde à cinq. Il est de plus très difficile de se représenter l'aspect de ces astres et de leurs orbites dans de telles modifications. Cependant je suis loin d'admettre les conclusions de M. Proctor : « Les comètes périodiques ont été engendrées par les planètes et ne sont pas leurs captives, mais leurs enfants. » Je suis plutôt partisan de la théorie généralement reçue, malgré les difficultés qu'elle porte avec elle, difficultés que l'on ne peut surmonter aujourd'hui, mais ont les recherches de l'avenir auront certainement raison.

Bien plus problématique est encore la constitution de ces astres étranges, d'un

volume considérable et d'une ténuité extrême, lumineux par eux-mêmes, transparents, réfléchissant aussi la lumière du Soleil, siège de forces et de phénomènes que l'on ne retrouve nulle part ailleurs. On peut à peine citer un mot relatif à leurs apparences et à leur manière d'être sans soulever un problème à résoudre. Leur intensité variable, la polarisation et les caractères spectroscopiques de leur lumière, les formes du noyau et de la nébulosité environnante, et plus spécialement les phénomènes des jets, des enveloppes et des queues, demandent des observations soigneuses et une discussion approfondie.

L'explication de ces phénomènes étendra de beaucoup nos connaissances relativement à la nature, aux matières constitutives et à la température de l'espace interplanétaire, et à la manière d'être de la substance primitive, quand elle est réduite à sa plus simple expression de densité et de température.

X.

Je ne puis, faute de temps, établir ici une discussion convenable des nombreux problèmes d'astronomie stellaire. Le travail des astronomes, qui est continu et interminable, consiste réellement en observations permanentes et en classements d'étoiles avec une précision toujours croissante. Ces positions des étoiles sont la base de toutes les recherches astronomiques relatives aux mouvements des astres : elles sont les repères de l'univers. Enfin la comparaison des catalogues dressés à différentes époques révèlera les routes et les vitesses de tous les membres de la famille céleste et nous montrera aussi la grande voie parcourue par notre Soleil et son cortège planétaire.

Pendant ce temps, les observations micrométriques sont poursuivies entre les différentes étoiles d'un même amas pour reconnaître les mouvements qui se produisent en certains cas : le mathématicien est ensuite appelé à résoudre les problèmes relatifs à ces déplacements.

Depuis les recherches récentes de Gill et Elkin dans l'Afrique australe, de Struve, Hall, etc., en divers observatoires sur les parallaxes des étoiles, nous pouvons espérer, dans un avenir très prochain, des connaissances plus étendues sur ce sujet : au lieu d'une douzaine de parallaxes d'une précision douteuse, nous en aurons une centaine, et même plus, relatives à des étoiles d'éclat et de mouvement fort différents. Nous pourrons rechercher sûrement la constitution et les dimensions de l'univers stellaire, ainsi que le déplacement actuel des étoiles et de notre Soleil à travers l'espace.

Bien intéressantes aussi nous apparaissent les études vigoureusement poursuivies par notre compatriote le professeur Pickering, et par d'autres astronomes étrangers sur l'éclat et la variabilité des étoiles. Depuis 1875, la photographie stellaire est presque devenue une science nouvelle.

Il y a plus d'un millier d'étoiles doubles ou multiples à observer ainsi que d'orbites à déterminer. Les nébuleuses appellent vivement notre attention depuis que certaines d'entre elles nous ont montré des changements de forme et d'éclat qui

pourront nous révéler quelques merveilleux secrets de la formation des mondes.

Chaque étoile est un sujet d'études spectroscopiques; cependant, bien que la plupart d'entre elles puissent être groupées en un très petit nombre de classes, au point de vue spectroscopique, les spectres des astres d'un même groupe diffèrent autant que les différents individus appartenant à la même espèce.

Pour de telles recherches, il nous faut de nouveaux instruments d'un pouvoir optique extrême et d'une grande précision, quelques-uns pour la mesure des angles, d'autres simplement au point de vue physique. La photographie prend de plus en plus la tête du progrès, et l'on se dit que si à la vérité l'œil de l'homme est très digne de confiance dans les observations de précision, il sera un jour surpassé par la chambre noire, fidèle, sans prévention et sans imagination. Nous n'en sommes pas encore là cependant, et même la photographie sera toujours impuissante dans certains genres d'observation; car l'œil et l'esprit de l'astronome réunissent pour ainsi dire les impressions de plusieurs phénomènes successifs et choisis en une vue d'ensemble, tandis que la chambre noire ne peut nous donner qu'une brutale copie d'un état de choses rudimentaire, avec toutes ses imperfections atmosphériques et autres.

De nouvelles méthodes sont nécessaires (et seront bien certainement trouvées) pour éliminer les erreurs d'équation personnelle dans les observations de temps; une précision plus grande est de toute nécessité et sera bientôt acquise; on réussira à prévenir ou à éliminer les erreurs instrumentales dues aux différences de température, aux flexions mécaniques et aux négligences de la construction. Les astronomes recherchent maintenant des quantités si minimes qu'elles étaient autrefois masquées par les erreurs d'observation et considérées comme habituelles et parfaitement tolérables. Comme nous l'indiquions au commencement de ce discours, la science est arrivée à un point où elle doit s'attaquer aux irrégularités possibles du mouvement de rotation de la Terre et à l'instabilité de son axe. L'astronome a maintenant renversé la vieille maxime des cours : pour lui, et avec la plus grande vérité, *de minimis curat lex* : les erreurs résiduelles et minuscules sont les semences de nos futures connaissances et les bases de nos lois nouvelles.

XI.

Et maintenant, en terminant cette revue des principaux problèmes de l'astronomie actuelle, revue précipitée, incomplète, et, je le crains bien, ennuyeuse, quelle réponse pourrons-nous faire à celui qui nous demandera : *cui bono?* à celui qui voudra savoir d'où vient cet enthousiasme qui rend nos volontaires de cette science si ardents et si infatigables dans leurs recherches Évidemment très peu des questions examinées ci-dessus ont une relation directe avec le bien-être matériel du genre humain. Il peut arriver cependant que les recherches sur la radiation solaire et la manière d'être des taches du Soleil nous conduisent à des idées plus justes sur la météorologie terrestre et viennent alors en aide à nos

agriculteurs et à nos marins. Je ne dis pas qu'il en sera ainsi; je l'espère certainement, quoiqu'on ne puisse absolument l'affirmer. Peut-être aussi d'autres recherches astronomiques pourront faciliter la détermination des latitudes et des longitudes et apporter leur tribut aux explorations et au commerce; mais, à de très rares exceptions, on doit admettre que les recherches astronomiques actuelles n'ont pas la moindre valeur commerciale.

Je ne suis pas de ceux qui méprisent les principes ou les vérités scientifiques parce qu'on les a reconnus sans valeur immédiate pour les besoins de la vie pratique, et sans apport de *francs et de centimes* au bien-être de la société : leur valeur, telle qu'elle est, doit être acceptée avec reconnaissance.

Cependant presque toutes les vérités scientifiques ont bien une valeur commerciale indirecte, car *le savoir est la puissance*, et parce qu'aussi (je ne parle pas à la légère) *la vérité nous rendra libres*. Bien certainement, l'homme intelligent et d'un esprit cultivé saura généralement se procurer une vie plus confortable et plus facile que l'homme stupide et ignorant. L'intelligence et le cerveau sont les auxiliaires les plus puissants de la force et du savoir-faire dans la lutte pour l'existence. Ainsi donc, au point de vue purement économique, toute espèce de science est digne de nos meilleures recherches.

Mais j'aurais honte de rester sur un terrain aussi mesquin : la plus haute valeur de la vérité scientifique n'est pas une valeur économique; et à un degré très élevé, sa principale valeur est plutôt un objet de poursuite que de possession. La vie pratique (le manger et le boire, le vêtement et l'abri) vient en premier lieu certainement, et constitue le fondement nécessaire de toute autre chose plus élevée; mais ce n'est ni la vie entière, ni sa meilleure, ni sa principale partie. A part toutes les considérations spirituelles ou religieuses qui entrent nécessairement dans nos relations sociales, on n'a pas besoin de plaider la supériorité de la vie intellectuelle, esthétique et morale, sur l'existence matérielle, ou de prouver que la nourriture de l'esprit est bien au-dessus de celle du corps. La recherche et la découverte des secrets et des mystères des cieux fournissent à l'esprit humain son exercice le plus salutaire et le plus profitable.

Quelle science pourrait mieux mettre en lumière toutes les nobles qualités de l'homme, mieux établir sa véritable place dans la nature, en opposant à la faiblesse de son être physique les grandes aspirations de son intelligence, qui embrasse pour ainsi dire l'univers entier en s'approchant de la divinité!

Une nation pauvre, et sur le point de succomber à la misère, a besoin tout d'abord de se procurer le vivre et le vêtement. Mais, quand sa vie matérielle est assurée, de plus hautes nécessités s'imposent à elle; alors la science, grâce à l'amour de la vérité, est aimée et honorée en même temps que la poésie et les arts, et procure une vie plus large, plus élevée et plus noble.

C.-A. Young.

Observatoire de Princeton (États-Unis).

DISTRIBUTION DES PETITES PLANÈTES DANS L'ESPACE (¹).

MON CHER FLAMMARION,

Aucun astronome, je pense, ne doute plus aujourd'hui que le groupement inégal des astéroïdes et les lacunes qu'on remarque dans leur essaim ne soient causés par l'influence de Jupiter, ainsi que cela a été annoncé pour la première fois, je crois, par M. Daniel Kirkwood dès 1866, alors qu'on connaissait à peine 90 petites planètes entre Mars et Jupiter. Néanmoins il est toujours intéressant de constater qu'aucun des nombreux astéroïdes que l'on découvre chaque année ne s'avise de venir ébranler la foi des astronomes dans la puissance de Jupiter, *le maître des dieux et des hommes*... et des petites planètes.

Depuis que vous avez bien voulu publier dans votre excellente *Revue* (1883, p. 215), mon tableau de la distribution des astéroïdes dans l'espace, 21 nouvelles planètes sont venues s'ajouter à l'essaim qui circule entre Mars et Jupiter. Mais les éléments des deux dernières ne sont pas encore publiés; d'un autre côté l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1886 donne les éléments de *Hersilie* (nº 206), qui étaient restés indéterminés. Il y a donc 20 nouvelles planètes à ajouter à mon tableau de 1883.

Parmi ces vingt planètes, onze viennent se réunir aux trois parties les plus denses du groupe des astéroïdes. Ce sont *Barbara* (234ᵉ), la 249ᵉ (encore innommée), *Vanadis* (240ᵉ), *Astérope* (233ᵉ), *Asporine* (246ᵉ), *Eucrate* (247ᵉ), *Hersilie* (206ᵉ), *Célestine* (237ᵉ), *Honorie* (236ᵉ), *Véra* (245ᵉ), et la 250ᵉ (attendant encore son parrain), dont les distances moyennes au Soleil, sont respectivement 2,39 et 2,40; 2,65; 2,66; 2,70; 2,73; 2,75; 2,76 et 2,79; 3,08 et 3,09. Cinq autres viennent s'ajouter à des groupes secondaires, savoir: *Russia* (232ᵉ), *Caroline* (235ᵉ), *Hypatie* (238ᵉ), *Ida* (243ᵉ) et *Germania*, (241ᵉ), lesquelles se trouvent respectivement aux distances 2,55; 2,88; 2,91; 3,00 et 3,05. La planète *Sita* (244ᵉ) s'intercale, à la distance 2,17, presque à égale distance entre *Méduse* (distance 2,13) et *Agathe* (distance 2,20).

Restent trois planètes qui se comportent moins bien! C'est d'abord *Lamée* (248ᵉ) qui viendrait se placer à la distance 2,49, c'est-à-dire tout près de 2,50, distance indiquée par le calcul comme correspondant à la période $\frac{1}{3}$ de Jupiter; puis *Adrastée* (239ᵉ) et *Kriemhild* (242ᵉ) que l'*Annuaire* place à la distance 2,97, bien près de 2,96, qui correspond à la période $\frac{3}{7}$ de celle de Jupiter. En jetant les yeux sur le tableau publié en 1883, vous verrez que j'avais placé la planète nº 231 (*Vindobone*) à la distance 2,95, non sans faire une réserve *qui aujourd'hui se trouve pleinement justifiée*, car les dernières déterminations reportent Vindobone à la distance 2,92 dans un petit groupe secondaire. J'ai toute confiance que pareille rectification sera faite pour les trois planètes indiquées comme devant prendre place dans deux lacunes qui étaient restées intactes jusqu'alors; *Lamée*

(¹) Voy. *L'Astronomie*, 1883, p. 213.

surtout ne me semble pas devoir rester à la distance 2,49. L'avenir me donnera sans doute raison, comme pour Vindobone.

L'attraction de Jupiter explique donc toujours: 1° les limites extrêmes du système des astéroïdes, voisines des périodes $\frac{1}{4}$ (à 2,06) et $\frac{2}{3}$ (à 3,97) de celle de Jupiter; 2° les grandes lacunes vers 3,28 (périodes $\frac{1}{2}$) et 3,70 (période $\frac{3}{5}$) et même 2,50 (période $\frac{1}{3}$) si la position de *Lamée* est erronée, comme je le pense. Mais l'ensemble du système présente quelques autres lacunes qui ne paraissent pas dues à l'influence de Jupiter, notamment celles qui existent entre *Méduse* (distance 2,13) et *Agathe* (distance 2,20), coupée en deux, il est vrai, par la découverte de *Sita* à la distance 2,17, et, entre *Ariadne* (distance 2,20) et *Féronia* (distance 2,27). L'influence de Mars n'y est pour rien, sans doute, car si l'on calcule la distance qui correspond à la période double de celle de Mars, on trouve 2,42, ce qui tombe au centre d'un groupe très dense d'astéroïdes: l'influence du petit Mars est donc tout à fait annihilée par celle de l'énorme Jupiter. La cause des lacunes en question, qu'on ne peut guère attribuer au hasard, reste à trouver.

GÉNÉRAL PARMENTIER.

UN THÉATRE ASTRONOMIQUE A VIENNE.

On vient d'inaugurer, à Vienne, un théâtre astronomique dont nous reproduisons l'un des tableaux.

L'étrange paysage que nous mettons sous les yeux des lecteurs n'a jamais été visité par un habitant de la Terre, car nous en sommes séparés par une distance d'environ 96 000 lieues en droite ligne. Cependant, par la vertu d'une baguette magique, notre œil peut percer les profondeurs de cette distance et jeter un coup d'œil sur ces régions extérieures. Ce n'est pas un paysage dessiné de fantaisie que nous représentons, mais bien au contraire une vue exacte établie d'après toutes les règles des connaissances scientifiques.

L'observateur est supposé placé sur la Lune, non loin du cirque de Platon et des Alpes lunaires, le Soleil étant élevé à 15 ou 20 degrés au-dessus de l'horizon. Dans un ciel noir parsemé d'étoiles étincelantes est suspendu le globe terrestre sur lequel les terres se détachent sur les mers plus sombres. Le paysage lui-même montre une lumière uniformément vive à côté d'ombres profondes sans demi-teintes de transition.

Comment est-il possible de représenter de notre Terre un paysage de la Lune avec quelque certitude de vérité? Nos lecteurs savent déjà que, dans l'état actuel des connaissances astronomiques, et particulièrement de la connaissance que nous avons de la Lune, ce problème peut être résolu sans difficulté et avec toute l'exactitude désirable. L'hémisphère lunaire qui nous regarde est connu dans tous ses détails, comme le prouvent les admirables cartes qui en ont été faites, cartes parmi lesquelles il convient de signaler surtout celle de Jules Schmidt,

Fig 45.



Paysage lunaire. Tableau du théâtre astronomique de Vienne.

directeur de l'observatoire d'Athènes. Cette carte, qui a deux mètres de diamètre, a coûté à son auteur 36 années de travail, et ne contient pas moins de 32 856 cratères choisis au milieu de cent mille environ que l'on peut apercevoir. Des élévations de 20ᵐ sont facilement appréciables d'après leurs ombres. Il nous serait donc possible de reconnaître sur notre satellite des villes, des constructions symétriques, des forêts, des cultures régulières. Nous pouvons dire que nous sommes tout à fait chez nous sur notre voisine qui se meut dans un rayon égal à 30 fois le diamètre de la Terre, et que, précisément en vertu de ce rapprochement et de sa grosseur relative, elle nous fournit le plus remarquable sujet d'observations cosmiques.

Tout astronome peut dessiner, dans chaque région de la Lune, un paysage exact et donner le relief dans ses formes caractéristiques. Il était important que l'art du peintre s'associât à la science de l'astronome.

Dans cette vue, l'astronome Mayer et le peintre Burghard se sont associés pour représenter sur le nouveau théâtre les merveilles du Ciel et, en quelque sorte, dramatiser le monde céleste. D'abord la Lune évoluant autour de la Terre, et présentant ses phases, ensuite les éclipses jetant leurs ombres fuyantes sur chaque paysage éclairé; les ombres de la Lune variant avec la position du Soleil, l'influence de la lumière du Soleil sur notre satellite; les taches, les protubérances et la couronne solaire et, par-dessus tout, le mouvement général des corps célestes.

Le paysage lunaire, que nous avons reproduit ici (*fig.* 45), est l'une des plus belles vues de ce panorama astronomique, l'une des plus intéressantes et des plus remarquables. Au milieu de ce ciel sombre brille la Terre suspendue dans l'espace.

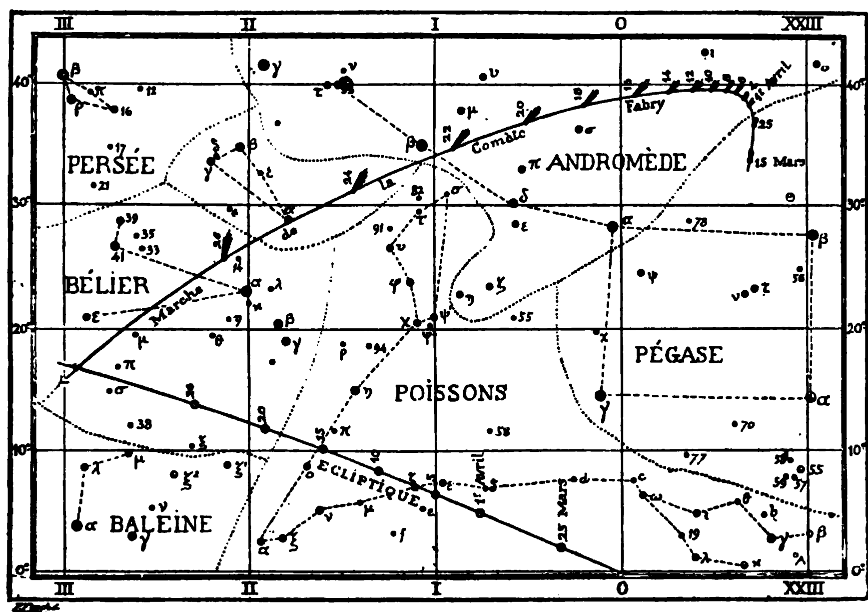
L'idée du théâtre astronomique de Vienne fait honneur à ses auteurs. La Science astronomique effraie les débutants. Une démonstration comme celle qui est actuellement offerte à la jeunesse de Vienne est incontestablement utile et instructive. On peut souhaiter qu'une idée analogue soit réalisée à Paris.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

La comète Fabry. — Les prédictions faites par plusieurs astronomes sur l'éclat futur de la comète Fabry sont un peu prématurées. Quoique cet éclat augmente rapidement, elle restera d'une observation difficile, comme on peut s'en rendre compte en pointant les positions de l'éphéméride suivante, sur le grand planisphère céleste de M. Flammarion. La comète demeurera toujours très peu élevée au-dessus de l'horizon et, quoique théoriquement son éclat doive atteindre celui d'une étoile de 5ᵉ grandeur à l'époque de son maximum (30 avril), cependant elle ne sera probablement pas du tout visible à l'œil nu, parce qu'alors elle se plonge dans les rayons du Soleil et se couche avant la nuit tombée. Actuellement (1ᵉʳ avril) on peut la trouver, à l'aide d'une petite lunette, au-dessous des étoiles

λ, κ, ι et ο Andromède; elle va se diriger vers β Andromède, près de laquelle elle passera le 23, puis vers α Triangle (le 25), puis sur le Bélier : elle passera au

Fig. 46.



Marche de la comète dans le ciel pendant le mois d'avril.

nord de α le 26. Mais, le 26 avril, le Soleil n'est qu'à quelques degrés de là et, dès lors, la comète devient invisible.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA COMÈTE, PAR M. LEBEUF.

Date.	Ascension droite.	Déclinaison.	log. r.	log. Δ.	I.
Avril 2.......	23h 19m 13s 8	+ 38° 31′ 57″	9,81051	9,95353	38,0
4.......	23 20 53 7	38 54 21	9,80814	9,92529	44,0
6.......	23 23 18 6	39 12 51	9,80770	9,89446	51,0
8.......	23 26 41 9	39 26 33	9,80919	9,86074	59,0
10.......	23 31 19 7	39 34 17	9,81257	9,82383	69,0
12.......	23 37 33 1	39 34 25	9,81773	9,78331	81,0
14.......	23 45 49 7	39 24 20	9,82454	9,73876	96,0
16.......	23 56 45 8	39 0 1	9,83281	9,68967	116,0
18.......	0 11 9 8	38 14 46	9,85234	9,63551	142,0
20.......	0 30 5 3	36 57 9	9,85293	9,57590	178,0
22.......	0 54 52 4	34 47 46	9,86438	9,51093	228,0
24.......	1 26 57 2	31 14 28	9,87650	9,44213	296,0
26.......	2 7 18 7	25 30 27	9,88912	9,37454	381,0
28.......	2 55 17 2	16 51 34	9,90209	9,31964	463,0
30.......	3 47 28 5	+ 5 35 51	9,91529	9,29470	488,0
Mai 1.......	4 13 27 0	— 3 52 38	9,92193	9,29753	467,0

(La colonne log. r montre la variation de la distance de la comète au Soleil : minimum ou périhélie, le 5 avril; la colonne log. Δ montre la variation de sa distance à la Terre : minimum le 30 avril; la colonne I représente l'intensité de son éclat, celui du jour de la découverte (1er décembre 1885) étant pris pour unité.)

Remarque. — Par suite d'une erreur de calcul que l'auteur n'a reconnue qu'après la publication de l'éphéméride précédente par les Comptes Rendus (et après la gravure de la carte ci-dessus), la déclinaison sera un peu plus boréale qu'elle n'est indiquée : il faudra donc chercher la comète un peu au nord de la ligne tracée; la différence s'élève à 30′ le 6, à 1° le 16, à 2° le 24, à 3° le 27.

La comète a été observée les 4 et 7 mars, à Marseille, par M. Lihou, à l'aide d'une lunette de 108^{mm}, armée d'un grossissement de 50 fois : elle offrait une forme triangulaire dont la pointe (noyau de la comète) était dirigée vers le Soleil.

Ceux d'entre nos lecteurs qui ont à leur disposition des lunettes de moyenne puissance peuvent donc, dès aujourd'hui, chercher la comète et l'observer. La Nouvelle Lune ayant lieu le 4, ce n'est guère qu'à partir du 12 que le clair de lune pourrait nuire aux observateurs ; mais, d'autre part, l'éclat de la comète augmente très rapidement. Si la Pleine Lune nuit un peu, du 13 au 19, à partir du 20 elle se lèvera trop tard pour être nuisible, et la comète pourra sans doute être suivie dans une simple jumelle.

Globes célestes dits *inclinés* sur l'écliptique. — On annonce dans certains prospectus, et l'on vend sous cette dénomination, des globes célestes montés sur un axe qui fait avec la verticale un angle de 23° 27′ lorsque le pied repose sur une table horizontale.

Disposé de la sorte un globe terrestre a parfaitement sa raison d'être. En le faisant tourner sur son axe on lui donne en effet relativement au plan horizontal qui passe par son centre toutes les positions que dans son mouvement diurne, la Terre prend elle-même par rapport à l'écliptique.

Mais, pour le globe céleste, le cas est tout différent. Le ciel étoilé dont il est la reproduction semble bien, en vertu du mouvement diurne, tourner autour de l'axe de la Terre. Mais dans ce mouvement apparent il entraîne solidairement avec lui le plan de l'écliptique dont la trace est figurée sur le globe céleste par un grand cercle occupant une position déterminée par les constellations.

Quand on fait tourner ce globe autour de son axe incliné, les positions qu'il prend par rapport au plan horizontal passant par son centre correspondent aux diverses positions de la sphère céleste relativement, non pas à l'écliptique dont elle est solidaire, mais bien à l'horizon d'un lieu situé sur le cercle polaire.

La dénomination de *globe céleste incliné sur l'écliptique* est donc inexacte, et ne peut que donner sur la cosmographie des idées fausses ou tout au moins obscures. Il est utile de les rectifier. C'est le but de cet article.

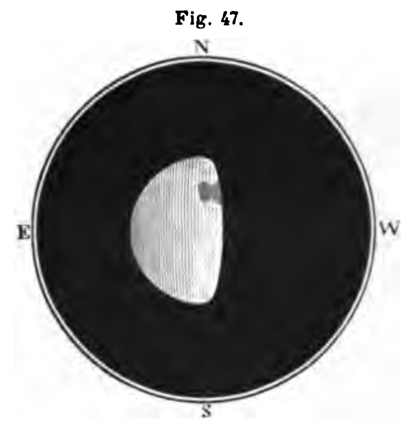
Henri de la Fresnaye.

Observations sur la planète Vénus à l'aide d'une lunette de 108^{mm}. — Le 10 novembre 1885, de 5^h à 5^{h}30^m, par un ciel très pur, j'ai pu distinguer, à l'aide d'une lunette de 108^{mm} d'ouverture, munie d'un grossissement de 100 fois, une tache grise sur l'hémisphère boréal de la planète Vénus. Les taches de Vénus étant très difficiles à distinguer surtout avec les petits et les moyens instru-

ments; cette observation mérite d'attirer l'attention. La *fig.* (47) est la reproduction du dessin original.

8 décembre 1885, 5^h. Ciel pur, la vive lumière de Vénus fatigue l'œil, en me ser-

Fig. 47.



Aspect de Vénus, le 10 novembre 1885 (lunette de 108^{mm}).

vant d'un verre coloré qui diminue son éclat, je vois nettement ses bords. Juste en quadrature.

14 décembre, $5^h 40^m$. Ciel pur, atmosphère tourmentée. Vénus est en conjonction avec un groupe composé de quatre étoiles, la plus brillante se trouve à 20 environ au nord de la planète, l'étoile η (êta) du Capricorne est très voisine de ce groupe, je la vois dans le chercheur.

16 décembre, $4^h 15^m$. Ciel très pur, l'image de Vénus est très nette, ses bords

Fig. 48.



Fig. 49.

Aspect de Vénus le 18 décembre 1885, à 4^h du soir.

Aspect de Vénus le 23 décembre 1885, à $4^h 40^m$ du soir.

(Lunette de 108^{mm}.)

bien définis, la corne Nord est déliée tandis que celle du Sud est légèrement tronquée.

18 décembre. Ciel très pur, je n'ai jamais vu Vénus, aussi nettement qu'aujourd'hui de 4^h à $4^h 30^m$. — A $4^h 15^m$ un nuage rougeâtre (stratus) est venu s'in-

terposer devant la planète sans nuire à la netteté de l'image; la corne Nord est très déliée et celle du Sud légèrement arrondie.

Je me suis servi des trois oculaires, (grossissant 100, 160 et 250 fois), et les bords de la planète sont restés bien définis (*fig.* 48) même avec le plus fort gros-

Fig. 50.

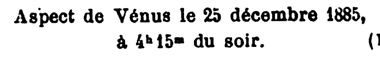


Aspect de Vénus le 25 décembre 1885, à 4h 15m du soir.

Fig. 51.



Aspect de Vénus le 3 janvier 1886, à 4h du soir.



(Lunette de 108mm).

sissement et malgré le nuage rougeâtre : ce nuage formait une large bande homogène et horizontale, — ce n'était pas la lueur crépusculaire.

23 décembre, 4^h40^m. La corne nord de Vénus est déliée et celle du sud légèrement tronquée (*fig.* 49).

25 décembre, 4^h15^m. Ciel pur; dessiné l'aspect de Vénus (*fig.* 50). 6^h, à l'œil nu, la planète forme avec (δ et γ) du Capricorne un triangle rectangle.

3 janvier 1886. 4 heures, nouvelle observation de Vénus, image très nette (*fig.* 51).

Remarque. — Il est rare que l'image de Vénus soit nette la nuit arrivée, sa vive lumière éblouit, et son abaissement à l'horizon fait bouillonner l'image ou onduler ses bords.

Auréole autour de Vénus. — En observant Vénus, au mois de décembre dernier, à l'aide d'une lunette de 108^{mm}, de Bardou, montée équatorialement à la villa de M. Brodeur, à Marseille, nous avons été fort surpris, M. Brodeur et moi, d'observer autour de Vénus une auréole très nette, d'un ton gris cendré, et se détachant admirablement sur le fond du ciel. Cette auréole était transparente, car, le 19 décembre, une étoile de 7e grandeur était visible au travers. Sa circonférence était bien nette et l'on y remarquait ce dernier soir cinq protubérances. Elle se déplaçait avec la planète, et la mise au point était la même que celle de Vénus. Ne serait-ce pas l'atmosphère de Vénus?

B. LIHOU.

Réponse. — Cette curieuse auréole ne peut pas être l'astmosphère de Vénus. Sur le dessin que l'auteur a bien voulu nous adresser, son diamètre surpasse de

quinze fois celui de la planète, ce seul point suffirait pour montrer que ce n'est pas là une atmosphère.

Ce phénomène est du même ordre que celui de l'auréole que l'on observe, depuis l'éruption du Krakatoa, autour du Soleil (voir *L'Astronomie*, 1885, p. 86). L'éclat de Vénus a été si considérable, de décembre à février, qu'il n'y a rien de surprenant à ce que la belle planète ait donné naissance à une auréole de cette nature.

Du reste, voici une observation correspondante qui nous a été adressée en mai 1885 :

Auréole autour de Jupiter. — Depuis le 1er avril 1886, j'observe une auréole autour de Jupiter. Elle est surtout remarquable par l'exiguïté et la fixité de ses dimensions. Son diamètre, de 22′ environ, n'a pas sensiblement varié depuis six semaines que je l'observe. Cette stabilité me porte à croire qu'elle se produit au-delà des régions troublées, au-dessus de tous nuages visibles, sans doute dans la couche qui donne naissance aux grandes couronnes solaires et lunaires. Cependant, à mesure que Jupiter s'éloigne et se rapproche de l'horizon, au début de la nuit close, on la voit s'affaiblir quelque peu. Car sa jolie bordure blanchâtre, si remarquable par sa pureté et la régularité de sa forme, pendant les trois premières semaines d'avril, est déjà beaucoup moins apparente et plus fondue. Cependant, je l'ai encore bien distinguée, le 16 mai dernier, à $9^h 30^m$ du soir.

Elle n'est visible dans la lunette qu'en dissimulant Jupiter derrière le bord du champ. Saturne donnait aussi une petite auréole, mais faible et diffuse, à cause de son moindre éclat.

ARTUS.
à Wasmes (Belgique).

Occultation de Jupiter par la Lune. — J'ai observé ce phénomène, le 20 février dernier, en me servant d'une lunette de 108^{mm} armée d'un grossissement de 145 fois.

A $9^h 57^m$ du soir (heure locale), Jupiter était à 30′ environ au sud de la Lune; à cette heure, les deux astres furent cachés par les nuages.

A $10^h 25^m$, les nuages se dissipèrent. *Jupiter était occulté par la Lune.*

Je pense que le point d'immersion a été un peu au nord des monts Hercyniens, et que l'immersion a duré $10^h 15^m$ à peu près.

OBSERVATION DE L'ÉMERSION.

Réapparition du 4e satellite		$10^h 42^m 00^s$
» 1er »		10 47 30
» de Jupiter :	commencement.	10 48 30
	fin	10 50 00
» du 2e satellite		10 49 00

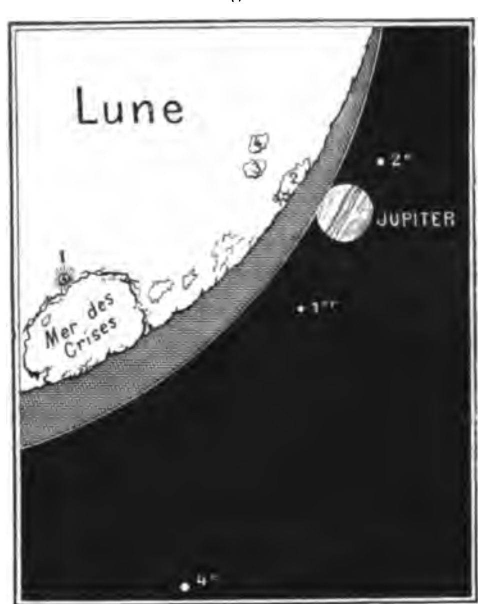
L'heure de la réapparition du 4e satellite est approximative, parce que j'ai aperçu le satellite déjà à 10″ environ de la Lune.

Le 3e satellite était occulté par Jupiter.

L'atmosphère alors était bien pure, et comme je savais par l'apparition des deux

satellites, le 4e et le 1er (spécialement du 1er), le point où la planète devait faire sa réapparition, j'ai pu fixer l'œil sur ce point, et observer s'il ne se produirait pas une petite lueur avant l'apparition de Jupiter (parce que ce point étant dans la partie non éclairée de la Lune, s'il y avait de l'atmosphère, il semble que ce

Fig. 52.



Occultation de Jupiter par la Lune, observée le 20 février 1886.
1. Proclus. — 2. Endymion. — 3. Atlas. — 4. Hercule.

phénomène aurait dû se produire) : je n'ai rien aperçu. *L'apparition a été instantanée.*

Pendant toute la sortie, et dans le moment de séparation du disque de Jupiter du bord de la Lune, rien non plus qui pût indiquer l'existence d'une atmosphère lunaire en ce point.

La position géographique de mon observatoire (le seul des îles Açores) est :

Latitude N	37°44'29".
Longitude O (méridien de Paris)	28° 1' 4".

VOTRE ABONNÉ FIDÈLE.

L'étoile β du Cygne. — Le rédacteur de *The astronomical column*, du journal anglais *Nature* a relevé, avec une courtoisie parfaite d'ailleurs, l'inadvertance bizarre que nous nous empressons de nous accuser d'avoir commise à propos de la parallaxe de cette étoile. Nous avons attribué à cette belle étoile double la parallaxe de 0",482 que nous avions publiée nous-même (*L'Astronomie*, 1885, p. 312) comme appartenant à l'étoile double Cygne 61 B. tandis qu'en fait la parallaxe de β du Cygne n'est pas encore connue. L'origine de cette confusion est assez curieuse. Après avoir relevé cette parallaxe de Cygne 61 B pour la faire connaître à nos lecteurs, nous en avions pris note sur une feuille détachée en l'inscrivant

ainsi : « *Cygne 6 B, double, parallaxe 0″,482 ; voir ce qui en résulte pour la distance réelle des composantes,* » dans l'intention de nous occuper du sujet aussitôt que le temps nous le permettrait. Puis un jour, ayant un instant de libre, nous avons repris cette note, et au lieu de lire « Cygne 6 B », nous avons lu « Cygne 6 β ».

L'étoile β du Cygne, ou Albireo, porte, en effet, le chiffre 6 du catalogue de Flamsteed, tandis que l'autre porte le chiffre 6 du catalogue de Bode, et comme elle est beaucoup plus belle que la seconde, c'est sur elle que notre attention s'est portée par inadvertance.

Conclusion. La parallaxe 0″,482 appartient à l'étoile Cygne 6 Bode, ou Σ 2486 et non à l'étoile β du Cygne. Cette parallaxe étant très élevée, on peut considérer l'étoile β du Cygne comme affectée d'une parallaxe inférieure à celle-là, par conséquent comme plus éloignée que nous ne l'avons admis (*L'Astronomie*, 1885, p. 447) et comme formant un système *beaucoup plus vaste encore* que celui qui était indiqué par la limite de cette parallaxe. C. F.

Une nouvelle Revue astronomique. — C'est avec un grand bonheur que nous voyons l'enseignement de l'Astronomie se répandre sur tous les peuples. L'observatoire du Brésil, fondé par l'Empereur Don Pedro et dirigé actuellement par M. Cruls, vient de créer une Revue mensuelle d'Astronomie, qui rendra certainement les plus grands services au développement de l'instruction publique dans toute l'Amérique du Sud. Ce journal astronomique rédigé par l'observatoire de Rio Janeiro, a pour titre *Revista do Observatorio* et est publié en langue espagnole.

Le premier numéro, que nous venons de recevoir, porte en tête la lettre suivante :

« Je suis très heureux de saluer par delà l'Atlantique une création scientifique et littéraire destinée à répandre sur des peuples nouveaux la vérité astronomique.

» C'est la lumière du monde moderne. Tous ceux qui pensent savent aujourd'hui que l'Astronomie seule nous a fait connaître la place que nous habitons dans l'Univers et qu'elle seule nous apprend à vivre dans l'infini. Ceux qui en ignorent les éléments vivent comme des aveugles, comme des plantes, sans savoir où ils sont, sans avoir aucune idée des merveilles qui les environnent, prêts à succomber sous les craintes les plus chimériques, enfermés dans le cercle étroit d'un horizon mensonger. Sous l'heureuse inspiration d'un prince ami du progrès, le Brésil a vu s'élever le temple d'Uranie au-dessus de sa belle capitale, et maintenant de ce temple va descendre un enseignement qui, progressivement, initiera tous ceux qui en seront dignes à la connaissance des conquêtes intellectuelles qui sont la vraie gloire de l'esprit humain — conquêtes qui ne coûtent ni sang, ni larmes, et qui, au lieu d'écraser l'humanité, la transportent dans les hautes sphères du savoir et de la contemplation.

» Les astronomes de l'ancien monde féliciteront le laborieux et savant directeur de l'observatoire national du Brésil de cette fondation nouvelle appelée sans aucun doute au plus grand succès.

» Si les rivages du Brésil sont à l'occident de l'ancien monde, ils sont à l'orient de l'Amérique du Sud : la civilisation, comme la lumière, suit le mouvement apparent du Soleil ; le nouveau phare qui vient d'être allumé sur le méridien de Rio va rayonner sur le continent tout entier et porter la lumière jusqu'aux rivages occidentaux du Nouveau Monde.

» La *Revue astronomique* de France tend la main à sa jeune sœur du Brésil, et moi je suis heureux d'avoir été invité à son baptême et d'ajouter à sa consécration une goutte d'eau puisée sur les rives de la Seine, illustrées par nos maîtres d'autrefois, les Fontenelle, les Lalande, les Laplace, les Arago, les Leverrier. Puisse cette goutte d'eau humblement recueillie ne pas s'évaporer en route, et, emportée par les brises d'Orient, aller tomber, comme la petite perle de rosée, au pied de la jeune plante que nous voulons voir grandir et prospérer sous le beau ciel de l'Amérique du Sud.

CAMILLE FLAMMARION.

Paris, 1er janvier 1886.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 AVRIL AU 15 MAI 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé, des étoiles multiples, des amas et des nébuleuses, se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de l'*Astronomie*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles*.

Les brillantes contellations du soir sont toujours visibles et leur éclat est encore augmenté par la présence des plus belles planètes de notre système solaire. *Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Pallas, Junon* et *Vesta* sont observables le soir; *Mercure, Vénus* et *Cérès*, le matin.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — Chaque jour, le Soleil s'éloigne de plus en plus de l'équateur céleste. Sa déclinaison boréale qui est de 9°50′ au 15 avril, atteint 18°55′ le 15 mai. Cela donne une importante augmentation de 9°5′, et produit un accroissement très rapide de la longueur du jour et de la chaleur moyenne.

La durée du jour s'accroît de 50^m le matin et de 43^m le soir, soit un accroissement total de 1^h33^m. A partir du 15 avril, les matinées sont plus longues que les soirées.

LUNE. — Notre satellite se trouvera dans de mauvaises conditions pour l'observation, dans le voisinage du *Dernier Quartier*. C'est ainsi que le 23 avril, le disque de la Lune ne s'élèvera que de 22°38′ au-dessus de l'horizon de Paris, lors de son passage au méridien. Mais le voisinage du *Premier Quartier* sera beaucoup plus favorable, puisque la hauteur de la Lune sera de 59°47 le 7 mai.

PHASES...	PL le 18 avril, à 3^h 8^m soir.	NL le 4 mai, à 3^h52^m matin.
	DQ le 26 » à 5 25 matin.	PQ le 11 » à 2 30 »

Le *mince croissant lunaire* pourra être aperçu en Europe et en Afrique, le 5 mai au soir, à partir de $7^h 30^m$, moins de *quarante heures* après la néoménie, soit à l'œil nu, soit avec une jumelle marine.

Occultations visibles à Paris.

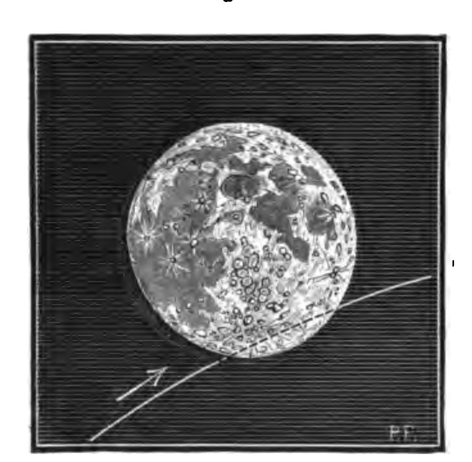
Quatre occultations seront observables dans la première moitié de la nuit, depuis le 15 avril jusqu'au 15 mai 1886.

1° 13 Vierge (6e grandeur), le 16 avril, de $6^h 20^m$ à $7^h 16^m$ du soir. La disparition de l'étoile aura lieu à gauche du disque de la Lune, à 32° au-dessous du point le plus oriental et la réapparition à 6° à droite du point le plus septentrional.

L'occultation sera visible dans le nord-ouest de l'Europe.

2° Uranus, le 16 avril, de $10^h 15^m$ à $10^h 55^m$ du soir. Comme l'indique la *fig.* 53, la pla-

Fig. 53.



Occultation d'Uranus par la Lune,
le 16 avril, de $10^h 15^m$ à $10^h 55^m$ du soir.

nète disparaîtra à 3° à gauche du point le plus bas et réapparaîtra dans la partie la plus occidentale du disque de la Lune, à 35° au-dessous du point le plus à droite.

Dans tout le nord de l'Europe, les astronomes pourront suivre les phases de cette curieuse occultation.

3° $\varkappa$ Vierge (4,5 grandeur), le 18 avril, de $9^h 18^m$ à $9^h 56^m$ du soir. Contrairement à ce qui se passe d'ordinaire, l'étoile s'éteindra au sud et à 20° à droite du point le plus bas du disque lunaire, puis se rallumera du même côté, à 8° au-dessous du point le plus occidental.

A Greenwich, la durée du phénomène sera plus grande qu'à Paris.

4° 111 Taureau (5,5 grandeur), le 6 mai, de $8^h 25^m$ à $9^h 15^m$ du soir. La disparition de l'étoile aura lieu dans la partie orientale du disque de notre satellite, à 21° au-dessus du point le plus à gauche, et la réapparition à l'ouest, à 29° au-dessus et à droite du point le plus bas.

Cette observation pourra être faite dans la plus grande partie de l'Europe.

Occultations diverses.

Les Lecteurs de *l'Astronomie* pourront encore, suivant les parties de notre globe qu'ils habitent, être témoins des occultations suivantes :

1° **Jupiter**, le 16 avril, vers midi, temps moyen de Paris. Visible dans la mer des Indes et une partie de l'Australie.

2° γ **Vierge** (3° grandeur), le 17 avril, à 6h du matin. L'occultation sera visible dans la plus grande partie de l'Amérique du Sud.

3° **Vénus**, le 30 avril, à 5h30m du matin. Visible dans l'Afrique centrale et australe.

4° **Mercure**, le 2 mai, à 1h du matin. Observable dans la majeure partie de l'Asie occidentale et dans la Turquie d'Europe.

5° β **Vierge** (3,5 grandeur), le 13 mai, à 2h19m du soir. L'occultation sera visible dans le Sud et l'Ouest de l'Asie.

6° **Jupiter**, le 13 mai, 4h du soir. Observation dans l'Afrique centrale et méridionale.

7° η **Vierge** (3,5 grandeur), le 14 mai, à 3h32m du matin. Visible dans l'Amérique centrale et l'Amérique méridionale.

8° **Uranus**, le 14 mai, à 4h11m du matin. L'observation pourra être faite dans l'Amérique du Nord.

9° γ **Vierge** (3,5 grandeur), le 14 mai, à 1h24m du soir. Occultation visible dans l'Océan Indien.

Mercure. — Durant la période comprise entre le 15 avril et le 15 mai, *Mercure* sera difficile à apercevoir le matin, dans l'Europe centrale, avant le lever du Soleil. Mais dans les pays voisins de l'équateur, et dans l'Amérique du Sud, la planète précédera d'environ deux heures l'astre du jour, dans le ciel de l'Orient. Cette différence, toute en faveur de l'hémisphère sud de la Terre, est due à la déclinaison de Mercure qui se maintient inférieure d'une dizaine de degrés à celle du Soleil.

Le 21 avril, à 2h du soir, Mercure est en station : son mouvement, de rétrograde va devenir direct.

Le 2 mai, vers 1h du matin, occultation de Mercure par le disque de la Lune, invisible en Europe.

C'est le 7 mai, à 1h du soir, que la planète atteint son maximum d'élongation occidentale : 26°16′ du Soleil.

Jours.	Lever.		Passage Méridien.		Différence Soleil.	Constellation.
15 Avril.........	4h45m	matin.	11h19m	matin.	0h26m	Poissons.
18 »	4 37	»	11 4	»	0 29	»
21 »	4 27	»	10 50	»	0 33	»
24 »	4 20	»	10 40	»	0 34	»
27 »	4 13	»	10 32	»	0 36	»
30 »	4 7	»	10 26	»	0 37	»
3 Mai.........	4 0	»	10 22	»	0 38	»
6 »	3 55	»	10 20	»	0 39	»
9 »	3 49	»	10 19	»	0 40	»
12 »	3 45	»	10 21	»	0 40	Bélier.

Mercure a un diamètre de 9″, au 1er mai. La distance à la Terre est de 110 millions de kilomètres et au Soleil de 69 millions de kilomètres.

Vénus. — *Vénus* conserve sa déclinaison australe jusqu'au 9 mai. Aussi la différence entre la déclinaison du Soleil et celle de la planète varie-t-elle entre 15° et 18°. C'est pour cela que, chaque matin, Vénus ne précède l'astre du jour que de 1h30m en moyenne, au lieu de se lever trois à quatre heures avant lui.

Néanmoins, *les observateurs pourront distinguer, toute la matinée, l'éclatante planète, semblable à un point brillant, à l'ouest du Soleil,* soit avec une jumelle, soit à la simple vue.

Dans une lunette astronomique, Vénus se présente avec l'aspect de la Lune dans le voisinage du *Premier Quartier.* Vers le 1er mai, la planète nous offrira sensiblement la moitié éclairée de son disque et comme elle s'éloigne de nous, son diamètre ira en diminuant et la grandeur de sa phase en augmentant.

Le 29 avril, à 5h du soir, Vénus atteindra sa plus grande élongation occidentale : 46°8′ du Soleil. Notre satellite occultera Vénus, le lendemain matin, 30 avril, à 5h du matin. Invisible en Europe.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Différence Soleil.	Constellations.
17 Avril...... ...	3h36m matin.	9h10m matin.	1h32m	VERSEAU.
20 »	3 31 »	9 8 »	1 31	»
23 »	3 26 »	9 7 »	1 30	POISSONS.
26 »	3 21 »	9 6 »	1 30	»
29 »	3 16 »	9 5 »	1 29	»
2 Mai..........	3 12 »	9 5 »	1 28	»
5	3 7 »	9 4 »	1 28	»
8	3 2 »	9 4 »	1 29	»
11	2 57 »	9 4 »	1 29	»
14	2 53 »	9 4 »	1 29	»

Vénus a un diamètre de 23″,6, au 1er mai. Sa distance à la Terre est de 104 millions de kilomètres et au Soleil de 108 millions de kilomètres.

MARS. — Cette planète se trouve toujours dans les meilleures conditions pour l'observation, puisqu'elle passe au méridien de chaque lieu, aux environs de huit heures du soir. Consulter, pour une étude développée de Mars, les *Terres du Ciel* et le *globe de Mars.*

Mars est facile à découvrir dans la constellation du Lion, à l'est de Régulus; il possède une teinte rougeâtre très nette qui permet de le reconnaître immédiatement dans le ciel.

La planète Mars est en station le 18 avril, à 6h du matin : son mouvement d'abord rétrograde, devient ensuite direct. Le 12 mai, à midi, conjonction de la planète et de la Lune, celle-ci étant à 2°6′ au sud de Mars.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
16 Avril...........	8h55m soir.	3h54m matin.	LION.
20 »	8 39 »	3 37 »	»
24 »	8 24 »	3 21 »	»
28 »	8 10 »	3 5 »	»
2 Mai...........	7 57 »	2 50 »	»
6 »	7 44 »	2 35 »	»
10 »	7 31 »	2 20 »	»
14 »	7 19 »	2 6 »	»

Diamètre de Mars 12″,2 au 1er mai. Distance de la planète à la Terre, 135 millions de kilomètres et au Soleil, 242 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* poursuit sa marche directe vers l'extrémité orien-

tale de la constellation du Sagittaire, dans une partie du ciel totalement dépourvue d'étoiles des cinq premières grandeurs. Elle se trouve presque à égale distance de l'étoile multiple χ Sagittaire et de Ψ du Capricorne.

Cérès se rapproche de la Terre et est facile à distinguer soit à l'œil nu soit avec une jumelle marine, surtout pour les astronomes de l'hémisphère Sud.

Jours.	Lever de Cérès.	Passage Méridien.	Constellation.
15 Avril..........	2h15m matin.	6h18m matin.	SAGITTAIRE.
19 »	2 1 »	6 6 »	»
23 »	1 51 »	5 53 »	»
27 »	1 39 »	5 40 »	»
1er Mai..........	1 26 »	5 27 »	»
5 »	1 13 »	5 13 »	»
9 »	1 0 »	4 59 »	»
13 »	0 47 »	4 45 »	»

Coordonnées au 8 mai : Ascension droite 20h6m,5. Déclinaison 24°29′S.

Pallas séjourne dans la constellation d'Hercule, à plus de 35° au Nord des constellations zodiacales. Jusqu'au 28 avril, la petite planète est en mouvement direct, vers le Nord-Est, puis elle change de direction et rétrograde vers le Nord-Ouest. Il sera facile d'apercevoir Pallas, avec l'aide d'une jumelle marine, à quelques degrés au nord des étoiles ζ et ε de l'Aigle, au milieu d'une région où affluent des étoiles de sixième grandeur.

Jours.	Lever de Pallas.	Passage Méridien.	Constellation.
15 Avril..........	9h52m soir.	5h13m matin.	HERCULE.
19 »	9 33 »	4 58 »	»
23 »	9 14 »	4 43 »	»
27 »	8 55 »	4 28 »	»
1er Mai..........	8 36 »	4 12 »	»
5 »	8 16 »	3 56 »	»
9 »	7 57 »	3 40 »	»
13 »	7 36 »	3 23 »	»

Coordonnées au 8 mai : Ascension droite 18h48m. Déclinaison 20°6′N.

Junon continue sa marche directe dans la constellation de l'Ecu de Sobieski jusqu'au 1er mai, puis la petite planète rétrograde en se dirigeant vers le Nord-Ouest. Comme Pallas, *Junon* parcourt un coin du ciel où les étoiles de cinquième et sixième grandeurs sont fort nombreuses.

On devra se servir d'une jumelle marine pour reconnaître Junon à quelques degrés au sud de η Serpent.

Jours.	Lever de Junon.	Passage Méridien.	Constellation.
15 Avril..........	11h23m soir.	4h49m matin.	ÉCU DE SOBIESKI.
19 »	11 7 »	4 34 »	»
23 »	10 50 »	4 19 »	»
27 »	10 33 »	4 3 »	»
1er Mai..........	10 15 »	3 47 »	»
5 »	9 58 »	3 31 »	»
9 »	9 40 »	3 14 »	»
13 »	9 21 »	2 57 »	»

Coordonnées au 8 mai : Ascension droite 18h22m. Déclinaison 6°20′S.

Vesta suit sa marche directe à travers les Gémeaux où les astronomes la recon-

naîtront facilement, surtout à l'époque de ses conjonctions avec plusieurs étoiles importantes. Une jumelle sera souvent nécessaire pour l'observation.

Le 28 avril, la petite planète sera au nord et à 1°40′ de l'étoile η Gémeaux ; le 3 mai, à 1°41′ au nord de μ et le 14 mai à 1° au Sud de ε Gémeaux.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Vesta.	Constellations.
18 Avril..........	4h 5m soir.	0h12m matin.	Taureau.
22 »	3 56 »	0 4 »	Gémeaux.
26 »	3 47 »	11 55 soir.	»
30 »	3 38 »	11 46 »	»
4 Mai..........	3 29 »	11 37 »	»
8 »	3 20 »	11 29 »	»
12 »	3 11 »	11 20 »	»

Coordonnées au 8 mai : Ascension droite 6h25m. Déclinaison 24° 18′ N.

Jupiter. — Jupiter brille toujours du plus vif éclat dans la constellation de la Vierge et se trouve dans d'excellentes conditions pour l'observation puisqu'il passe au méridien avant minuit. Il se rapproche de β Vierge.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
16 Avril..........	10h15m soir.	4h29m matin.	Vierge.
20 »	9 58 »	4 12 »	»
24 »	9 41 »	3 56 »	»
28 »	9 24 »	3 40 »	»
2 Mai..........	9 7 »	3 23 »	»
6 »	8 51 »	3 7 »	»
10 »	8 34 »	2 50 »	»
14 »	8 18 »	2 35 »	»

Diamètre de Jupiter 39″,4 au 1er mai ; distance à la Terre, 694 millions de kilomètres, et au Soleil, 807 millions de kilomètres.

Presque régulièrement espacés sur l'écliptique, *quatre astres de première grandeur sont visibles chaque soir : Régulus, Mars, Jupiter* et l'*Epi de la Vierge*, dans la moitié orientale du ciel.

Le 16 avril, vers midi, et le 13 mai, vers 4h du soir, Jupiter sera occulté par le disque de la Lune. Malheureusement, nous ne pourrons, en France, jouir de ce curieux spectacle.

Nos lecteurs pourront observer les éclipses des satellites de Jupiter, afin de déterminer avec précision, l'heure et la position du lieu qu'ils habitent.

Éclipses des satellites de Jupiter.

18 Avril...........	9h17m soir.	Émersion du	1er	satellite.
22 »	8 53 »	»	3	»
25 »	11 11 »	»	1	»
27 »	10 1 »	»	2	»
29 »	10 8 »	Immersion	3	»
» »	12 51 »	Émersion	»	»
11 Mai...........	9 28 »	»	1	»

Jupiter passant au méridien avant minuit, c'est à l'orient de la planète que sont les satellites qui doivent entrer dans l'ombre ou en sortir. Si l'on se sert d'une lunette qui renverse les objets, les apparences seront contraires.

Remarque. — Les observateurs doués d'une excellente vue pourront distinguer le 3e satellite à l'œil nu, lors de ses plus grandes élongations qui auront lieu aux dates suivantes : 16, 20, 23, 27 et 30 avril, 1er, 4, 8, 11 et 15 mai.

SATURNE. — Saturne est en mouvement direct dans les Gémeaux, au sud de Vesta. Le 22 *avril, il passe à 17′ au nord de μ Gémeaux.* Pendant deux ou trois ours, la planète et l'étoile seront visibles dans le champ d'une même lunette. Le 7 mai, à 10h du soir, Saturne sera en conjonction avec la Lune, à 4°13′ au nord de notre satellite.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
19 Avril...........	4h24m soir.	0h23m matin.	GÉMEAUX.
23 »	4 10 »	0 9 »	»
27 »	3 56 »	11 55 soir.	»
1er Mai...........	3 42 »	11 41 »	»
5 »	3 28 »	11 27 »	»
9 »	3 14 »	11 13 »	»
13 »	3 0 »	10 59 »	»

Le 1er mai, le diamètre de Saturne est de 15″,6. La distance de la planète à la Terre, est de 1420 millions de kilomètres, et au Soleil, de 1336 millions de kilomètres.

URANUS. — Uranus se rapproche tout doucement, dans sa marche rétrograde, à travers la constellation de la Vierge, de l'étoile η, tout en restant un peu plus au Sud, à une faible distance. Cette planète est facile à reconnaître, sous l'aspect d'une étoile de 6e grandeur, au-dessous de la ligne qui unit γ et η Vierge. Elle sera occultée par la Lune, le 16 avril.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
16 Avril...........	10h39m soir.	4h37m matin.	VIERGE.
21 »	10 18 »	4 16 »	»
2 »	9 58 »	3 56 »	»
1er Mai...........	9 38 »	3 37 »	»
6 »	9 18 »	3 17 »	»
11 »	8 58 »	2 57 »	»

Le 1er mai, le diamètre d'Uranus est de 4″,2. La distance à la Terre est de 2591 millions de kilomètres, et au Soleil, de 2712 millions de kilomètres.

Coordonnées au 1er mai : Ascension droite 12h16m50s. Déclinaison 1°0′37″S.

ÉTOILES FILANTES. — Chaque année, dans les nuits du 19 au 23 avril, on remarque un flux considérable d'*étoiles filantes* qui a provoqué différentes fois d'importantes chutes de météores. On raconte, en se basant sur les annales chinoises, des faits tout à fait intéressants sur ce phénomène. Aujourd'hui, les points radiants qui se manifestent simultanément sont au nombre de dix à quinze, parmi lesquels l'on en distingue quatre principaux. Le premier est situé au sud de θ Hercule, dans le voisinage de Véga; il paraît se rattacher à la comète I de 1861, selon MM. Galle et Weisse; le deuxième est près de μ du Serpent; le troisième un peu au nord de β Bouvier et le quatrième au sud-est de l'Épi de la Vierge.

EUGÈNE VIMONT.

Un Abonné. — Nous ne croyons pas qu'aucun constructeur ait réalisé un instrument suivant les projets de M. Gustave Hermite.

M. J. Clapeyron, à St Étienne. — Nous vous remercions de l'envoi du travail de M. F. Chapelle. Malheureusement, les considérations tout empiriques qui y sont développées, quelque ingénieuses qu'elles soient en réalité, ne nous paraissent pas de nature à favoriser beaucoup les progrès de l'Astronomie.

M. J. Baratte, à Paris. — Votre lettre nous est parvenue trop tard.

B. P. W., à Nancy. —Étudiez *l'Astronomie élémentaire* de Delaunay. — Envoyez à M. Bardou, opticien à Paris, la description de votre lunette et la liste des oculaires et accessoires que vous désirez. Il vous répondra mieux que nous ne saurions le faire. — N'oubliez pas de demander un écran pour observer le Soleil, et abstenez-vous de cette observation tant que vous ne l'aurez pas reçu. — L'observateur qui a eu les yeux fatigués par la lumière du Soleil doit s'abstenir de tout ce qui peut fatiguer sa vue, et consulter sans retard un oculiste. Il ne faut pas jouer avec ses yeux.

M. Schmoll, à Paris. — Remerciements et félicitations pour vos observations assidues. Tous les documents communiqués sont conservés avec soin.

M. J. Péroche, à Lille. — Tous nos remerciements pour vos intéressantes brochures. La question que vous y traitez est une des plus curieuses de l'Astronomie. Nous nous en sommes déjà entretenus plusieurs fois avec vous. Un de ces jours, nous y reviendrons par la publication d'un article spécial.

M. J. David, à Auxerre. — Merci pour vos intéressantes observations. — Il est impossible que les éphémérides des satellites de Jupiter présentent une erreur aussi considérable que $1^h\ 13^m$. Vous avez dû vous tromper dans votre appréciation.

M. Théodore Bruhns, à Sinferopol, Russie. — Votre étude est fort intéressante, nous vous en remercions ; elle est malheureusement trop longue pour que nous puissions la publier *in extenso*. Ne pourriez-vous pas faire un résumé de quelques pages ?

M. Manuel Iradier, à Victoria, a observé les lueurs crépusculaires, jusqu'au 8 janvier, 1886.

M. G.-C., à Senlis. — Les œuvres complètes d'Arago se trouvent chez M. Gauthier-Villars.

Le *Comité de Rédaction* prie les correspondants de la *Revue d'Astronomie*, de vouloir bien, autant que possible, rédiger leurs mémoires et correspondances en Français, en anglais, en allemand, en italien ou en latin, la traduction des manuscrits écrits dans les autres langues entraînant des longueurs et des pertes de temps.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 5 (MAI 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
HIRN. — Causes de la détonation des bolides.
TERBY. — La géognaphie de la planète Mars.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**

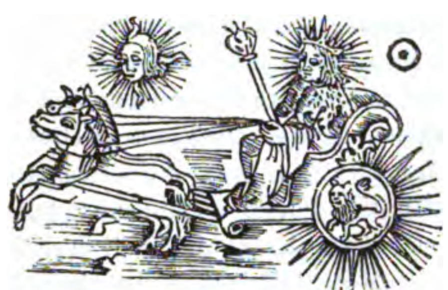
Le plan du Journal comporte une grande variété d'articles. Chaque Numéro contient des descriptions de science populaire rédigées pour les lecteurs qui ne font pas profession de science, pour les gens du monde en général; des études plus approfondies destinées aux astronomes amateurs; et des recherches intéressant les savants curieux de pénétrer de plus en plus les grands problèmes de la nature.

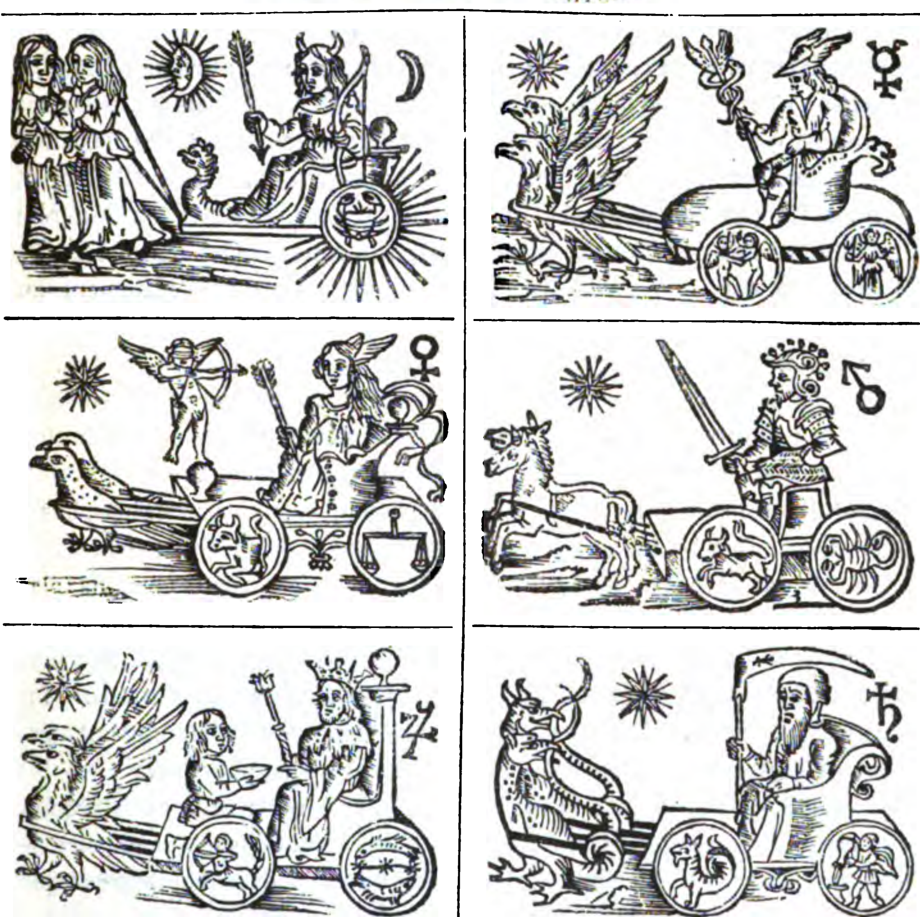
LES PLANÈTES ET LES MÉTAUX

DANS L'ALCHIMIE ANCIENNE.

« Le monde est un animal unique, dont toutes les parties, quelle qu'en

Fig. 54.





Le Soleil, la Lune et les cinq planètes, d'après les Traités d'Astronomie du xve siècle (*fac-simile*).

soit la distance, sont liées entre elles d'une manière nécessaire. » Cette

phrase de Jamblique le néoplatonicien ne serait pas désavouée par les astronomes et par les physiciens modernes ; car elle exprime l'unité des lois de la nature et la connexion générale de l'univers. La première aperception de cette unité remonte au jour où les hommes reconnurent la régularité fatale des révolutions des astres. Ils cherchèrent aussitôt à en étendre les conséquences à tous les phénomènes matériels et même moraux, par une généralisation mystique qui surprend le philosophe, mais qu'il importe pourtant de connaître, si l'on veut comprendre le développement historique de l'esprit humain. C'était la *chaîne d'or* qui reliait tous les êtres, dans le langage des auteurs du moyen âge. Ainsi l'influence des astres parut s'étendre à toutes choses, à la génération des métaux, des minéraux et des êtres vivants, aussi bien qu'à l'évolution des peuples et des individus. Il est certain que le Soleil règle, par le flux de sa lumière et de sa chaleur, les saisons de l'année et le développement de la vie végétale ; il est la source principale des énergies actuelles ou latentes à la surface de la Terre. On attribuait autrefois le même rôle, quoique dans des ordres plus limités, aux divers astres, moins puissants que le Soleil, mais dont la marche est assujettie à des lois aussi régulières. Tous les documents historiques prouvent que c'est à Babylone et en Chaldée que ces imaginations prirent naissance ; elles ont joué un rôle important dans le développement de l'Astronomie étroitement liée avec l'astrologie, dont elle semble sortie. L'alchimie s'y rattache également, au moins par l'assimilation établie entre les métaux et les planètes, assimilation tirée de leur éclat, de leur couleur et de leur nombre même.

Attachons-nous d'abord à ce dernier : c'est le nombre SEPT, chiffre sacré que l'on retrouve partout, dans les jours de la semaine, dans l'énumération des planètes, dans celle des métaux, des couleurs, des tons musicaux.

L'origine de ce nombre paraît être astronomique et répondre aux phases de la Lune, c'est-à-dire au nombre des jours qui représentent le quart de la révolution de cet astre. Le hasard fit que le nombre des astres errants (planètes), visibles à l'œil nu, qui circulent ou semblent circuler dans le ciel autour de la Terre, s'élève précisément à sept : la Lune, le Soleil, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. A chaque jour de la semaine un astre fut attribué : les noms mêmes des jours que nous prononçons maintenant continuent à traduire, à notre insu, cette consécration babylonienne.

Le nombre des couleurs fut pareillement fixé à sept ; cette classification arbitraire a été consacrée par Newton, et elle est venue jusqu'aux physiciens de notre temps. Elle remonte à une haute antiquité. Hérodote rapporte que la ville d'Ecbatane (*Clio*, 98) avait sept enceintes, peintes chacune d'une couleur différente : la dernière était dorée ; celle qui la précédait, argentée. C'est, je crois, la plus ancienne mention qui établisse une relation du nombre

sept avec les couleurs et les métaux. La ville fabuleuse des Atlantes, dans le roman de Platon, est pareillement entourée par des murs concentriques, dont les derniers sont revêtus d'or et d'argent; mais on n'y retrouve pas le mystique nombre sept.

C'est probablement aux Babyloniens qu'il convient de remonter pour la parenté mystique si célèbre entre les métaux et les planètes. Je ne sais si l'on en trouverait une indication plus ancienne que celle de Pindare exprimant la relation de l'or avec le Soleil. Cette relation, ainsi que l'influence des astres sur la production des métaux, se trouve exposée de la façon la plus nette dans le commentaire de Proclus sur le Timée. On y lit, en effet: « L'or naturel, l'argent, chacun des métaux, comme des autres substances, sont engendrés dans la terre sous l'influence des divinités célestes et de leurs effluves. Le Soleil produit l'or, la Lune l'argent, Saturne le plomb et Mars le fer. »

Olympiodore, philosophe néoplatonicien du v[e] siècle, lequel paraît distinct de l'alchimiste et moins ancien que lui, donne une énumération plus étendue: il attribue le plomb à Saturne; l'électrum (alliage d'or et d'argent) à Jupiter; le fer à Mars; l'or au Soleil; l'airain ou cuivre à Vénus; l'étain à Hermès; l'argent à la Lune. De même, dans le manuscrit de la bibliothèque de Saint-Marc, à Venise, on lit à côté des signes correspondants: Soleil, l'or; Lune, l'argent; Saturne brillant, le plomb; Jupiter éclatant, l'électrum; Mars enflammé, le fer; Vénus porte-lumière, le cuivre; Mercure resplendissant, l'étain.

Il y a ici quelques attributions différentes des nôtres, mais conformes à celles des vieux alchimistes. Ainsi l'électrum, alliage d'or et d'argent, figure aussi dans Zosime comme associé à Jupiter. On le trouve également dans l'une des listes des signes alchimiques, comme je viens de le rappeler. C'était, en effet, un métal particulier pour les Égyptiens; mais plus tard il disparut de la liste des métaux et son nom passa même, par une transition singulière, tirée sans doute de l'analogie des colorations à celui d'un alliage d'étain couleur d'or, le laiton. En même temps le signe de Jupiter, devenu disponible, fut appliqué à l'étain.

Le signe actuel d'Hermès et de la planète correspondante (Mercure) figure sur les pierres gravées et amulettes gnostiques des collections de la Bibliothèque Nationale de Paris. Ce signe et cette planète étaient attribués d'abord à l'étain; lorsque ce métal changea de signe et de planète, son symbole et sa planète furent assignés au mercure, c'est-à-dire au corps qui jouait le rôle fondamental dans la transmutation des métaux. Ces changements de notation ont eu lieu entre le v[e] et le xii[e] siècle. Ils rappellent ceux que l'histoire de la chimie a si souvent présentés. Ils se traduisent dans les listes successives qui ont formé les lexiques alchimiques placés en tête des manuscrits.

Quoi qu'il en soit, les vieux auteurs s'en réfèrent perpétuellement au parallélisme mystique entre les sept planètes et les sept métaux, auxquels Stéphanus d'Alexandrie associe les sept couleurs et les sept transformations. Ainsi dans le symbolisme des vieux alchimistes, le même signe représente le métal et la planète correspondante. Le signe astronomique du Soleil, tel qu'il figurait dans les hiéroglyphes égyptiens, et tel qu'il se trouve aujourd'hui dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, est pris pour l'or, le signe de la Lune pour l'argent, et ce double sens des signes sidéraux se rencontre déjà dans les papyrus de Leyde.

Toutes ces notions, à la fois astrologiques et chimiques, sont au moins de l'époque alexandrine, si elles ne remontent beaucoup plus haut. Elles expliquent le côté mystique des alchimistes.

Si la couleur jaune et brillante du Soleil rappelle celle de l'or :

> orbem
> Per duodena regit mundi sol aureus astra [1],

la blanche et douce lumière de la Lune a été de tout temps assimilée à la teinte de l'argent. La lumière rougeâtre de la planète Mars, *igneus* d'après Pline, πυρόεις d'après les alchimistes, a rappelé de bonne heure celle du sang et celle du fer, consacrés à la divinité du même nom. C'est ainsi que Didyme, dans un extrait de son commentaire sur l'*Iliade* (L. V), commentaire un peu antérieur à l'ère chrétienne, parle de Mars, appelé l'astre du fer. L'éclat bleuâtre de Vénus, l'étoile du soir et du matin, rappelle pareillement la teinte des sels de cuivre, métal dont le nom même est tiré de l'île de Chypre, consacrée à la déesse Cypris, nom grec de Vénus. De là le rapprochement fait par la plupart des auteurs. Entre la teinte blanche et sombre du plomb et celle de la planète Saturne, la parenté est plus étroite encore, et elle est constamment invoquée depuis l'époque alexandrine. Les couleurs et les métaux assignés à Mercure « l'étincelant » (στίλβων, *radians*, d'après Pline) et à Jupiter « le resplendissant » (φαέθων) ont varié davantage, comme je le dirai tout à l'heure.

Toutes ces attributions sont liées étroitement à l'histoire de l'astrologie et de l'alchimie. En effet, dans l'esprit des auteurs de l'époque alexandrine, ce ne sont pas là de simples rapprochements; mais il s'agit de la génération même des métaux, supposés produits sous l'influence des astres dans le sein de la Terre.

Proclus, philosophe néoplatonicien du v[e] siècle de notre ère, dans son commentaire sur le *Timée* de Platon, expose que « l'or naturel et l'argent et

(1) Virgile, *Géorgiques*, I, 232.

chacun des métaux, comme chacune des autres substances, sont engendrés dans la terre, sous l'influence des divinités célestes et de leurs effluves. Le Soleil produit l'or; la Lune, l'argent; Saturne, le plomb, et Mars, le fer. »

L'expression définitive de ces doctrines astrologico-chimiques et médicales se trouve dans l'auteur arabe Dimeschqî, cité par Chwolson (*Sur les Sabéens*, T. II, p. 380, 396, 411, 544). D'après cet écrivain, les sept métaux sont en relation avec les sept astres brillants, par leur couleur, leur nature et leurs

Fig. 55.

Ηλιος χρυσος..................	Soleil, or.
Σεληνη αργυρος................	Lune, argent.
Κρονος φαινων μολιβος.........	Saturne brillant, plomb.
Ζευς φαεθων ηλεκτρος..........	Jupiter resplendissant, électrum.
Αρης πυροεις σιδηρος..........	Mars enflammé, fer.
Αφροδιτη φωσφορος χαλκος.....	Vénus lumineuse, cuivre.
Ερμης στιλβων κασσιτηρος.....	Mercure étincelant, étain.

Les planètes et les métaux. Signes alchimiques du xi[e] siècle (*fac-simile*).

propriétés : ils concourent à en former la substance. Notre auteur expose que, chez les Sabéens, héritiers des anciens Chaldéens, les sept planètes étaient adorées comme des divinités; chacune avait son temple et, dans le temple, sa statue, faite avec le métal qui lui était dédié. Ainsi le Soleil avait une statue d'or; la Lune, une statue d'argent; Mars, une statue de fer; Vénus, une statue de cuivre; Jupiter, une statue d'étain; Saturne, une statue de plomb. Quant à la planète Mercure, sa statue était faite avec un assemblage de tous les métaux, et dans le creux on versait une grande quantité de mercure. Ce sont là des contes arabes, qui rappellent les théories alchimiques sur les métaux et sur le mercure, regardé comme leur matière première. Mais ces contes reposent sur de vieilles traditions défigurées, relatives à l'adoration des planètes à Babylone et en Chaldée, et à leurs relations avec les métaux.

Il existe, en effet, une liste analogue dès le second siècle de notre ère. C'est un passage de Celse, cité par Origène (*Opera.*, T. I, p. 646; *Contra Celsum*,

Livre VI, 22; édition de Paris, 1733). Celse expose la doctrine des Perses et les mystères mithriaques, et il nous apprend que ces mystères étaient exprimés par un certain symbole représentant les révolutions célestes et le passage des âmes à travers les astres. C'était un escalier, muni de sept portes élevées, avec une huitième au sommet.

La première porte est de plomb; elle est assignée à Saturne, la lenteur de cet astre étant exprimée par la pesanteur du métal [1].

La seconde porte est d'étain; elle est assignée à Vénus, dont la lumière rappelle l'éclat et la mollesse de ce corps.

La troisième porte est d'airain, assignée à Jupiter, à cause de la résistance du métal.

La quatrième porte est de fer, assignée à Hermès, parce que ce métal est utile au commerce, et se prête à toute espèce de travail.

La cinquième porte, assignée à Mars, est formée par un alliage de cuivre monétaire, inégal et mélangé.

La sixième porte est d'argent, consacrée à la Lune;

La septième porte est d'or, consacrée au Soleil; ces deux métaux répondant aux couleurs des deux astres.

Les attributions des métaux aux planètes ne sont pas ici tout à fait les mêmes que chez les néoplatoniciens et les alchimistes. Ils semblent répondre à une tradition un peu différente et dont on retrouve ailleurs d'autres traces. En effet, d'après Lobeck, (*Aglaophamus*, p. 936, 1829), dans certaines listes astrologiques, Jupiter est de même assigné à l'airain, et Mars au cuivre.

On rencontre la trace d'une diversité plus profonde et plus ancienne encore dans une vieille liste alchimique reproduite à la fin de plusieurs manuscrits, et où le signe de chaque planète est suivi du nom du métal et des dérivés ou congénères. La plupart des planètes répondent aux mêmes métaux que dans les énumérations ordinaires, à l'exception de la planète Hermès, à la suite du signe de laquelle se trouve le nom de l'émeraude. Or, chez les Égyptiens, d'après Lepsius, la liste des métaux comprenait, à côté de l'or, de l'argent, du cuivre et du plomb, les noms de pierres précieuses, telle que le *mafek* ou émeraude et le *chesbet* ou saphir, corps assimilés aux métaux, à cause de leur éclat et de leur valeur [2]. Il y a là le souvenir de rapprochements très différents des nôtres, mais que l'humanité a regardés autrefois comme naturels, et dont la connaissance est nécessaire pour bien concevoir les idées des anciens. Toutefois, l'assimilation des pierres précieuses aux métaux a disparu de bonne heure, tandis que l'on a pendant longtemps

(1) « Saturni sidus gelidæ ac rigendis esse naturæ. » (Pline, II, VI.)

(2) *Voir* les métaux égyptiens dans mon ouvrage sur les *Origines de l'alchimie*, p. 221 et 233, Steinheil, 1885.

continué à ranger dans une même classe les métaux purs, tels que l'or, l'argent, le cuivre, et certains de leurs alliages, par exemple l'électrum et l'airain. De là des variations importantes dans les signes des métaux et des planètes.

Retraçons l'histoire de ces variations; il est intéressant de la décrire pour l'intelligence des vieux textes.

Olympiodore, néoplatonicien du VIe siècle, attribue le plomb à Saturne; l'électrum, alliage d'or et d'argent, regardé comme un métal distinct, à

Fig. 56.



La chrysopée de Cléopâtre. Signes alchimiques du XIe siècle (*fac-simile*).

Jupiter; le fer à Mars, l'or au Soleil, l'airain ou cuivre à Vénus, l'étain à Hermès (planète Mercure), l'argent à la Lune. Ces attributions sont les mêmes que celles du scoliaste de Pindare cité plus haut; elles répondent exactement et point pour point à une liste du manuscrit alchimique de Saint-Marc, écrit au XIe siècle, et qui renferme des documents très anciens.

Les symboles alchimiques consignés dans les manuscrits comprennent les métaux suivants, dont l'ordre et les attributions sont constants pour la plupart.

1° L'or correspondait au Soleil, relation que j'ai exposée plus haut.

Le signe de l'or est presque toujours celui du Soleil, à l'exception d'une notation isolée où il semble répondre à une abréviation (Ms. 2327, fol. 17 verso, ligne 19).

2° L'argent correspondait à la Lune et était exprimé toujours par le même signe planétaire.

3° L'électrum, alliage d'or et d'argent, était réputé un métal particulier chez les Égyptiens, qui le désignaient sous le nom d'*asem*, nom qui s'est confondu plus tard avec le mot grec *asemon*, argent non marqué. Cet alliage fournit à volonté, suivant les traitements, de l'or ou de l'argent. Il est décrit

par Pline, et il fut regardé jusqu'au temps des Romains comme un métal distinct. Son signe était celui de Jupiter.

Quand l'électrum disparut de la liste des métaux, son signe fut affecté à l'étain, qui jusque-là répondait à la planète Mercure (Hermès). Nos listes portent la trace de ce changement ([1]).

4° Le plomb correspondait à Saturne : cette attribution n'a éprouvé aucun changement, quoique le plomb ait plusieurs signes distincts dans les listes. Le plomb était regardé par les alchimistes égyptiens comme le générateur des autres métaux et la matière première de la transmutation. Ce qui s'explique par ses apparences, communes à divers autres corps.

En effet, ce nom s'appliquait, à l'origine, à tout métal ou alliage métallique blanc et fusible; il embrassait l'étain (plomb blanc et argentin, opposé au plomb noir ou plomb proprement dit, dans Pline) et les nombreux alliages qui dérivent de ces deux métaux, associés entre eux et avec l'antimoine, le zinc, le bismuth, etc. Les idées que nous avons aujourd'hui sur les métaux simples ou élémentaires, opposés aux métaux composés ou alliages ne se sont dégagées que peu à peu dans le cours des siècles. On conçoit d'ailleurs qu'il en ait été ainsi, car rien n'établit à première vue une distinction absolue entre ces deux groupes de corps.

5° Le fer correspondait à Mars. Cette attribution est la plus ordinaire. Cependant, dans la liste de Celse, le fer répond à la planète Hermès.

Le signe même de la planète Mars se trouve parfois donné à l'étain dans quelques-unes des listes. Ceci rappelle encore la liste de Celse qui assigne à Mars l'alliage monétaire. Mars et le fer ont deux signes distincts, quoique communs au métal et à la planète, savoir : une flèche avec sa pointe, et un δ, abréviation du mot δουράς, nom ancien de la planète Mars, parfois même avec adjonction d'un π, abréviation de πυρόεις, « l'enflammé », autre nom ou épithète de Mars.

6° Le cuivre correspondait à Vénus, ou Cypris, déesse de l'île de Chypre, où l'on trouvait des mines de ce métal, déesse assimilée elle-même à Hathor, la divinité égyptienne multicolore, dont les dérivés bleus, verts, jaunes et rouges du cuivre rappellent les colorations diverses.

Toutefois la liste de Celse attribue le cuivre à Jupiter et l'alliage monétaire à Mars. La confusion entre le fer et le cuivre, ou plutôt l'airain, aussi attribués à la planète Mars, a existé autrefois; elle est attestée par celle de leurs noms : le mot *æs*, qui exprime l'airain en latin, dérive du sanscrit *ayas*, qui signifie le fer ([2]). C'était sans doute, dans une haute antiquité, le

([1]) Voir *Les Origines de l'alchimie* pl. II, p. 112. — *Annales de Chimie et de Physique*, mars 1885, p. 382.

([2]) *Origines de l'alchimie*, p. 225.

nom du métal des armes et des outils, celui du métal dur par excellence.

7° L'étain correspondait d'abord à la planète Hermès ou Mercure. Quand Jupiter eut changé de métal et fut affecté à l'étain, le signe de la planète primitive de ce métal passa au mercure.

La liste de Celse attribue l'étain à Vénus, ce qui rappelle aussi l'antique confusion du cuivre et du bronze (airain, alliage d'étain).

8° Mercure. Le mercure, ignoré, ce semble, des anciens Égyptiens, mais connu à l'époque alexandrine, fut d'abord regardé comme une sorte de contre-argent et représenté par le signe de la Lune retourné. Il n'en est pas question dans la liste de Celse (IIᵉ siècle). Entre le VIᵉ siècle (liste d'Olym-

Fig. 57.



Le serpent Ouroboros et l'unité de la matière. Signes alchimiques du XIᵉ siècle (*fac-simile*).

piodore le philosophe, citée plus haut) et le VIIᵉ siècle de notre ère (liste de Stephanus d'Alexandrie, qui va être donnée), le mercure prit le signe de la planète Hermès, devenu libre par suite des changements d'affectation relatifs à l'étain.

Ces attributions nouvelles et ces relations astrologico-chimiques sont exprimées dans le passage suivant de Stephanus : « Le démiurge plaça d'abord Saturne, et vis-à-vis le plomb, dans la région la plus élevée et la première; en second lieu, il plaça Jupiter vis-à-vis de l'étain, dans la seconde région ; il plaça Mars le troisième vis-à-vis le fer, dans la troisième région; il plaça le Soleil le quatrième, et vis-à-vis l'or, dans la quatrième région ; il plaça Vénus la cinquième, et vis-à-vis le cuivre, dans la cinquième région; il plaça Mercure, le sixième, et vis-à-vis le vif-argent, dans la sixième région; il plaça la Lune la septième, et vis-à-vis l'argent, dans la septième et dernière région (¹). » Dans le manuscrit, au-dessus de chaque planète, ou de chaque métal, se trouve son symbole. Mais, circonstance caractéristique, le symbole de la planète Mercure et celui du métal ne sont pas encore les mêmes, malgré le rapprochement établi entre eux, le métal

(¹) Ms. 2327, folio 73 verso.

étant toujours exprimé par un croissant retourné. Le mercure et l'étain ont donc chacun deux signes différents dans nos listes, suivant leur époque.

Tels sont les signes fondamentaux des corps simples ou radicaux, comme nous dirions aujourd'hui.

Les principes généraux de ces nomenclatures ont donc moins changé qu'on ne serait porté à le croire, l'esprit humain procédant suivant des règles et des systèmes de signes qui demeurent à peu près les mêmes dans la suite des temps. Mais il convient d'observer que les analogies fondées sur la nature des choses, c'est-à-dire sur la composition chimique, démontrée par la génération réelle des corps et par leurs métamorphoses réalisées dans la nature ou dans les laboratoires, ces analogies, dis-je, subsistent et demeurent le fondement de nos notations scientifiques; tandis que les analogies chimiques d'autrefois entre les planètes et les métaux, fondées sur des idées mystiques sans base expérimentale, sont tombées dans un juste discrédit. Cependant leur connaissance conserve encore de l'intérêt pour l'intelligence des vieux textes et pour l'histoire de la Science.

M. Berthelot.
de l'Institut.

A ce savant article, qui expose l'un des aspects les plus curieux des origines de l'alchimie, et celui qui offre le plus de rapport avec l'Histoire et l'Astronomie, nous avons adjoint quelques figures qui le complètent et l'illustrent. Ces dessins sont des fac-simile authentiques. Le premier (*fig.* 54) est la reproduction fidèle des illustrations des Traités d'Astronomie et d'Astrologie des xve et xvie siècle, que nous possédons en grand nombre dans notre bibliothèque : [Celles-ci sont extraites du Traité de Guido Bonatus de Forlivio (Venise, 1506) et existent également dans les Traités analogues des premières années de l'imprimerie, Hyginus de 1477, 1485, etc; mais ces figures-ci sont les plus complètes comme réunion de symboles astrologiques]. Le second dessin (*fig.* 55) est extrait du récent ouvrage de M. Berthelot sur *Les Origines de l'Alchimie* (Paris, Steinheil, 1885) : c'est une photogravure d'un manuscrit du xie siècle conservé à la Bibliothèque de Saint-Marc, de Venise, donnant les noms des planètes et des métaux correspondants, avec les signes en usage à cette époque (ces signes ne diffèrent pas très sensiblement des nôtres, à l'exception de celui du Soleil); la traduction est au-dessous. Le troisième dessin donne un fac-simile de la chrysopée de Cléopâtre d'après le même manuscrit et le même ouvrage. Les trois cercles concentriques renferment les axiomes mystiques. Dans le premier anneau :

Εν το παν και δι αυτου το παν και εις αυτο το παν και ει μη εχοι το παν ουδεν εστιν το παν.

« Un est le tout, et par lui le tout, et en lui le tout, et s'il ne contient pas le tout, le tout n'est rien. »

Dans l'anneau intérieur :

Εις εστιν ο οφις ο εχων τον ιον μετα δυο συνθεματα.

« Le serpent est un, celui qui a le venin avec les deux emblèmes. »

Au centre, les signes du mercure, de l'argent et de l'or.

La dernière figure représente le serpent Ouroboros avec l'axiome central Εν το παν « Un le tout. » emblème de l'unité de la matière.

Cet important ouvrage de l'éminent chimiste sur les Origines de l'Alchimie est encore plus intéressant au point de vue philosophique qu'au point de vue historique. Il nous montre cet antique système de philosophie naissant et formulant ses premières doctrines au IIIe siècle de notre ère, à l'école d'Alexandrie, dérivant à la fois de l'Égypte et de Platon, et enseignant l'*unité* primitive et fondamentale de la matière. Or ceux qui aiment à pénétrer au delà des apparences savent que la chimie actuelle, la science du dix-neuvième siècle, n'est pas éloignée de conduire à une idée analogue sur la constitution intime de la matière. La théorie atomique comme la théorie dynamique nous montrent au fond des phénomènes une unité primordiale et irréductible, atomes homogènes ou éther, dont toutes les choses ne seraient que des arrangements systématiques, des édifices en équilibre instable soutenus par la force. La pensée humaine à la recherche de l'inconnu aurait deviné ce que la science positive est peut-être un jour appelée à démontrer.

C. F.

LES AURORES BORÉALES.

[*Suite* (1).]

IV. — Extension, position et fréquence des aurores polaires.

1° *Extension des aurores polaires.*

Quoique les renseignements aujourd'hui acquis soient encore très rares, on en peut cependant conclure que l'extension des aurores polaires est très variable. Les unes peuvent être considérées comme des phénomènes locaux, qui ne peuvent être aperçus que dans un faible rayon, tandis que d'autres peuvent être vues au même moment dans un cercle extrêmement étendu.

(1) Voir *L'Astronomie*, février 1886, p. 57, et mars 1886, p. 88.

Pendant l'hiver 1872-1873, trois expéditions différentes ont séjourné dans les régions polaires à des distances relativement peu éloignées les unes des autres : l'expédition suédoise avec Palander et Vijkander au nord du Spitzberg, à la baie Mossel; l'expédition polaire austro-hongroise du Tégetthof, avec Payer et Weyprecht était enfermée dans les glaces à moins de 1000^{km} dans l'est de la baie Mossel et enfin Tobiesen dans l'île de la Croix, dans la Nouvelle-Zemble, à 250^{km} environ au sud du Tégetthof. Il fut constaté que, malgré les circonstances favorables de l'atmosphère, un certain nombre d'aurores ne furent aperçues que par une ou deux des expéditions, et réciproquement; quelques-unes le furent par les trois ensemble. D'autres fois les heures d'apparition différaient complètement, ce qui prouvait l'absence de concordance entre les deux phénomènes.

Les mêmes faits furent constatés lors de l'hivernage de l'*Alerte* et de la *Discovery* au pôle Nord, quoique la distance qui les séparait, ne fût que de 100^{km}.

Par contre, il faut citer des aurores, principalement dans des latitudes moyennes, dont l'extension atteignait de telles proportions, qu'elles étaient visibles à des points extrêmement éloignés les uns des autres. Telle est, par exemple, l'aurore du 28 au 29 août 1859, qui fut aperçue à la fois dans toute l'Europe, dans tout l'ouest de l'Afrique, l'Atlantique et l'Amérique du Nord.

Une autre, quatre jours après, fut visible dans toute l'Amérique du Nord, depuis la Guadeloupe, la Jamaïque et Cuba jusqu'au îles Sandwich. Cette aurore, qui ne put s'apercevoir en Europe, car il y faisait grand jour, s'y fit cependant sentir par des perturbations magnétiques et des troubles considérables dans les lignes télégraphiques.

On remarque que ces aurores, très étendues, ne sont presque jamais isolées, mais se produisent simultanément dans les deux hémisphères. Ainsi, pendant les grandes aurores boréales de 1859, on en signalait simultanément dans l'hémisphère austral vues en Australie et à Santiago, du Chili. Il en fut de même pour celles de l'année 1872.

Si l'on pense que la présence du Soleil au-dessus de l'horizon empêche à un moment donné de distinguer l'aurore dans la moitié de la surface du globe, et si l'on remarque que dans les cas cités plus haut, l'aurore a été observée précisément dans toute la région des latitudes moyennes où il faisait nuit au moment de son apparition, on ne trouvera rien d'excessif à admettre qu'à certains moments les lueurs de la double aurore polaire puissent envelopper entièrement notre globe, à l'exception d'une ceinture équatoriale d'une quarantaine de degrés de largeur.

2° *Hauteur des aurores polaires.*

Jusqu'au commencement du XVIIIe siècle, il n'avait été tenté aucune expérience sur la position des aurores polaires; on les supposait être tout près du sol, car on ne pouvait croire que leur extrême mobilité fût compatible avec un grand éloignement.

De Mairan, en 1726, fut le premier qui employa un procédé pour mesurer les aurores polaires, procédé qui, du reste, sauf quelques modifications, a été employé jusqu'à présent par les observateurs. Il consiste à mesurer au même moment et de deux stations suffisamment éloignées, la hauteur angulaire d'un point donné de l'aurore au-dessus de l'horizon. On obtient ainsi facilement la hauteur de l'aurore.

Ce procédé, qui paraît extrêmement simple en théorie, offre souvent dans la pratique de grandes difficultés.

La distance assez considérable qui sépare les deux observateurs leur rend très difficile de viser exactement le même point de l'aurore; puis sa mobilité extraordinaire exige la simultanéité absolue des deux opérations, ce qui est très difficile, surtout lorsque les lueurs manquent de netteté. Aussi les chiffres obtenus ne peuvent pas être acceptés comme absolument exacts, car les erreurs peuvent atteindre jusqu'au quart de la valeur.

Les calculs de Mairan le conduisirent à des résultats en complète contradiction avec les opinions alors répandues. Il trouva des hauteurs considérables qui lui firent conclure que les aurores observées en France à cette époque avaient des altitudes variant de 100 à 300 lieues.

Pour arriver à des mesures exactes, Bravais et Lottin, dans leurs opérations à Bossekop, instituèrent des observations, l'un dans ce dernier endroit et l'autre à Jupvig, distant de 16^{km}. Leur conclusion fut que les arcs de l'aurore boréale qu'ils observaient se trouvaient entre 100^{km} et 150^{km}; ce qui diffère sensiblement des résultats obtenus par de Mairan.

Bravais employa un autre procédé, dans le but de vérifier ses premiers calculs. Ce procédé ne demande pas deux observateurs, mais n'offre pas la même certitude. En admettant que les bandes aurorales qui passent par le zénith soient parallèles à la surface de la Terre, il devient possible de déduire la hauteur de ces bandes des mesures de leur largeur apparente à leur sommet et à leur pied. Ses résultats s'étant trouvés d'accord, il en a conclu que l'on pouvait admettre que la hauteur des arcs de l'aurore boréale est ordinairement comprise entre 100^{km} et 200^{km} au-dessus de la Terre.

La grande aurore du 25 octobre 1870, amena un grand nombre d'observations sur lesquelles il s'engagea de sérieuses discussions. Flœgel en conclut que l'altitude de la base des rayons, toujours très variable, est comprise

entre 150^{km} et 250^{km}, mais ses limites extrêmes atteignent peut-être 100^{km} et 300^{km}. Les sommets des rayons s'élèvent à des altitudes considérables et peuvent atteindre 500^{km}, 750^{km} et plus, sans toutefois paraître dépasser 1500^{km}.

Malgré ces observations, il faut en citer d'autres qui concluent dans un sens contraire : Farguharson a remarqué en Écosse des nuages éclairés en dessous par l'aurore; des observations faites simultanément à Alford et à Tyllynessle, le 20 décembre 1829, assignent à l'aurore une altitude de 1220^{m} seulement.

Trevelyan, aux Shetland et aux Feroë, prétend que l'aurore descend souvent à moins de 15^{m} de la mer. On peut citer les observations de Parry et de ses compagnons, celles de Ross et Sherer qui ont vu l'aurore à faible distance, sans oublier Franklin qui a remarqué des nuages éclairés par-dessous.

En opposition avec leurs conclusions, Bravais et Lottin ont observé en Laponie, des nuages dont la face inférieure se trouvait éclairée par les rayons de l'aurore; mais ils attribuent ces apparences à des illusions d'optique; ils expliquent le prolongement apparent des rayons au-devant d'une montagne par la réflexion de la lumière sur la neige à facettes qui recouvrait la montagne. En résumé, ils n'admettent pas la proximité de l'aurore.

Depuis ces deux observateurs, des observations nombreuses faites sur ce genre de phénomènes permettent de conclure contre les observations de Bravais.

En 1868, au Spitzberg, M. S. Lemstrœm vit plusieurs fois des lueurs aurorales se projeter entre lui et des montagnes peu éloignées. Les mêmes observations furent faites par lui en Finlande. Il se trouva même une fois au milieu d'une manifestation aurorale. M. Hildebrandsson cite de même différentes observations faites par lui en Suède.

Enfin, dans la deuxième livraison du *Bulletin de la commission polaire internationale*, on peut lire le résumé de quelques résultats obtenus par M. Fritz, dans ses observations du 15 mars 1872. Il a trouvé l'aurore à 210^{m} au-dessus de la mer, et à 550^{m} de lui. Le 26 février de la même année, il trouva l'aurore seulement à 55^{m} d'altitude et à 110^{m} de distance. Ces aurores appartiennent, non au type des arcs à structure homogène (3e type), mais au cinquième (rayons); elle paraissent dépendre de la forme du terrain. Au Groënland, elles viennent du détroit de Davis et s'engagent dans toutes les dépressions du terrain, ce qui, souvent, fait éprouver l'impression que l'on est très près de l'aurore. Quand des coups de vent très forts se produisent en sens contraire, les mouvements de l'aurore semblent interrompus.

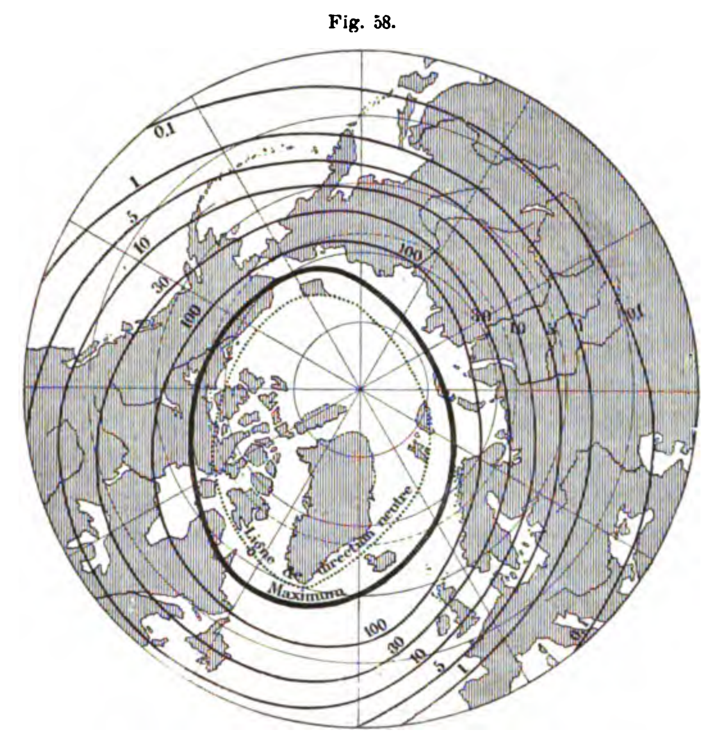
De toutes ces observations il semble résulter que l'altitude des aurores est extrêmement variable, et que celle-ci diminue au fur et à mesure que l'on se rapproche des régions polaires. Néanmoins il ne faut pas admettre ceci

comme une règle absolue, car des aurores très élevées ont été observées dans les hautes latitudes, mais seulement comme une règle générale. D'autre part il est bon de faire une distinction entre les aurores qui s'abaissent jusqu'aux couches les plus basses de l'atmosphère et les aurores élevées, car elles doivent avoir une origine différente.

3° *Nombre des aurores visibles aux diverses latitudes.*

Occupons-nous maintenant de la fréquence absolue des aurores, c'est-à-dire du nombre total d'aurores observées dans chaque contrée pendant un long

Fig. 58.



Carte de la fréquence des aurores boréales.

intervalle de temps, un siècle ou deux, comme nous permet de le faire aujourd'hui la statistique du catalogue de H. Fritz, publié en 1873. La fréquence relative des aurores pendant la période qui s'étend de 1700 à 1872, est représentée par des lignes tracées en traits pleins sur la carte de l'hémisphère Nord (*fig.* 58). La ligne marquée 1, par exemple, passe par la pointe orientale de l'Espagne, par le centre de la France, Vienne... tandis que la ligne 100 correspondant à une fréquence cent fois plus grande, passe au nord des Iles Britanniques par les Shetland, puis traverse la Scandinavie, la partie méridionale de la Nouvelle-Zemble, etc.... On remarque ainsi que,

pour une aurore boréale aperçue au centre de la France, on en observe dix à Copenhague et à Saint-Pétersbourg, trente dans le nord de l'Islande et à Christiania, et ainsi de suite.

Le centre des courbes d'égales fréquences de l'aurore boréale n'est pas au pôle Nord; mais elles formeraient des ovales irréguliers dont le centre se trouverait par 80° de latitude et 83° de longitude ouest de Paris, c'est-à-dire tout près et un peu à l'est de la baie de Lady Franklin, au nord de la mer de Baffin.

Ce qu'il y a de remarquable à constater, c'est que la fréquence des aurores ne va pas sans cesse en augmentant à mesure que l'on se rapproche du centre de ces courbes. Une ligne noire, plus grosse que les autres, indique les points où la fréquence de l'aurore est la plus grande. En dehors de cette ligne, en deçà et au-delà, les aurores deviennent de plus en plus rares. Tous les voyageurs s'accordent à dire que pendant leurs hivernages, qui ont presque toujours été en dedans et à une grande distance de cette courbe, les aurores ont été extrêmement rares.

4° *Direction dans laquelle on voit les aurores boréales.*

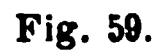
Nous avons dit que le centre des aurores à arcs ou à couronnes se trouve voisin du méridien magnétique. Il importe de savoir maintenant dans quelle portion du ciel, dans la moitié Nord ou la moitié Sud, se manifestent les aurores.

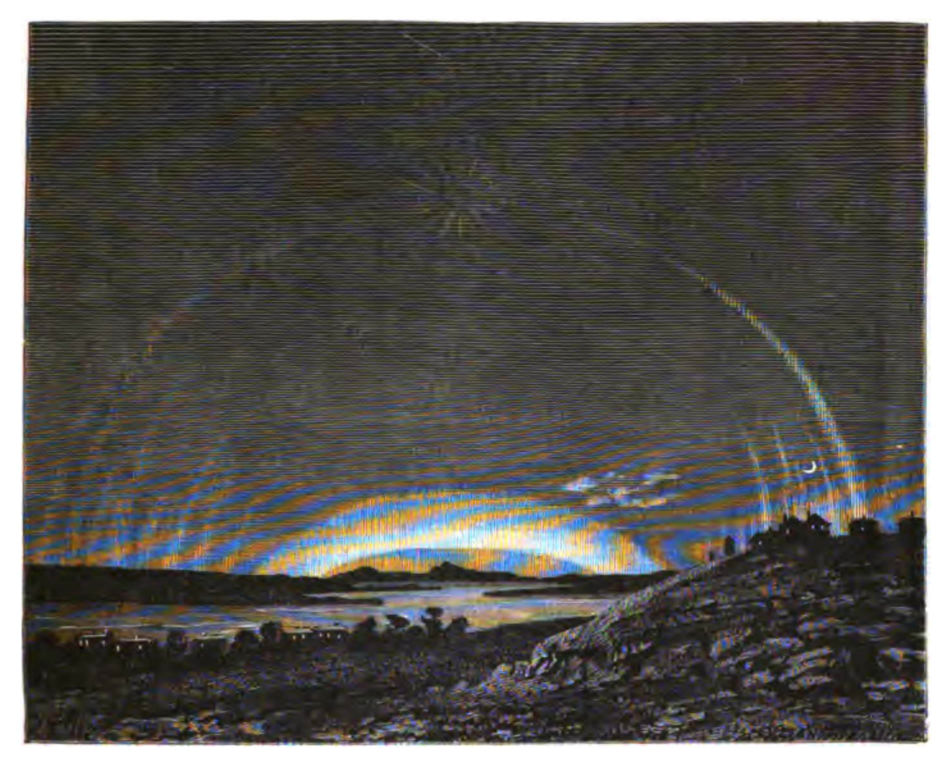
En France, c'est presque toujours, dans la moitié septentrionale du ciel que l'on aperçoit les aurores, bien que quelques-unes dépassent parfois le Zénith et se montrent du côté Sud. En avançant vers le Nord, les aurores méridionales augmentent, et l'on arrive à l'égalité sur tous les points d'une ligne (ligne pointillée sur la carte) à peu près concentrique avec celle du maximum des fréquences et que l'on nomme *ligne de direction neutre*. A l'intérieur de cette ligne, les aurores se manifestent généralement du côté Sud, ce qui ferait admettre que la position moyenne des aurores se trouve au Zénith des points placés sur cette ligne.

Dans son travail sur les aurores observées pendant l'hivernage de la *Véga*, M. Nordenskiœld, après avoir comparé les aurores observées par lui à celles des autres régions circumpolaires, en arrive à admettre que celles observées pendant l'hivernage de la *Véga*, n'étaient qu'un anneau lumineux circulaire entourant la Terre. Cet anneau aurait pour centre un point situé à environ 125^{km} au-dessous de la surface de la Terre sur le rayon mené vers le point qui a pour latitude 80° Nord et pour longitude 83° Ouest, de Paris. L'anneau aurait son plan perpendiculaire au rayon terrestre qui passe par son centre,

et serait décrit, dans ce plan, avec un rayon de 2000^{km}; quant à la hauteur de l'anneau au-dessus des points de la Terre qui l'ont directement au Zénith, elle serait d'environ 200^{km}. Ces conclusions rendent assez bien compte de certaines apparences de l'aurore, mais exigent encore de nouvelles vérifications.

Il semble que certaines formes se produisent de préférence dans des pays


Fig. 59.



Aurore australe observée à Melbourne (Australie), le 2 septembre 1850, à $10^{h}26^{m}$ du soir.

déterminés. On a jusqu'ici peu de données à cet égard et il est à supposer que de nouvelles études conduiront à d'importants résultats.

Pendant l'hivernage de la *Véga* dans le nord du détroit de Behring, les aurores se sont presque toutes présentées sous forme d'arcs; une seule fois une aurore à draperie fut observée. Est-ce une règle générale à établir, ou bien cette fréquence de l'aurore à arc est-elle due aux conditions atmosphériques de l'hiver de cette année? On ne pourra résoudre cette question qu'après d'autres observations dans les mêmes lieux. Quant aux aurores en draperies, on est un peu plus avancé : il est à peu près constant que cette forme d'aurores se manifeste principalement dans les pays voisins de mers qui, en hiver, restent libres de glaces. Les influences topographiques ne sont donc pas étrangères à la production de cette espèce d'aurores polaires.

V. — Relations des aurores polaires avec les phénomènes météorologiques.

Existe-t-il quelque relation entre les aurores polaires et les variations des différents éléments météorologiques? Les résultats, jusqu'ici, sont négatifs ou contradictoires; en certains lieux les aurores ont présagé le beau temps, tandis qu'en d'autres pays fort rapprochés elles ont précédé le vent du Sud et les tempêtes. On pourrait croire qu'il n'existe aucune relation entre le temps et les aurores.

Cependant il est impossible de juger cette question sans appel, car il faudrait que les constatations qui ont été faites dans des contrées très rapprochées entre elles, fussent au contraire faites sur un très grand espace et simultanément, comme on a été obligé de le faire pour établir les relations du baromètre avec le temps.

La seule tentative essayée dans ce but le fut par M. A. Forsman, de la Société scientifique d'Upsal, qui conclut ainsi : « Les variations du baromètre sont généralement opposées dans les deux parties de l'Europe qui sont séparées par une ligne menée du nord de l'Écosse à la Mer Noire; or, pendant les aurores boréales, le baromètre monte, ou bien il y a déjà un maximum de pression dans la partie Nord-Est, située en dessous de cette ligne de séparation ; le baromètre baisse, au contraire, ou bien il existe déjà un minimum de pression dans la région Sud-Ouest. » Ces résultats demandent à être confirmés par des études ultérieures; néanmoins ils indiquent dans quel sens ces études doivent être poussées.

Le seul phénomène météorologique dont la relation avec les aurores soit précise et indiscutable, c'est la nature des nuages. Nous avons vu qu'il y a certaines formes de l'aurore qui ressemblent beaucoup aux nuages connus sous le nom de cirrus ou cirro-stratus, de telle sorte que l'on peut difficilement juger si l'on a devant les yeux de véritables lueurs aurorales ou des nuages éclairés par une lumière réfléchie.

Ces bandes de cirrus où de cirro-stratus prennent de préférence deux directions déterminées. Tantôt elles sont sensiblement parallèles à l'aiguille de déclinaison, tantôt elles prennent la direction perpendiculaire à la précédente.

D'après les observations nombreuses faites à Bossekop par la commission française, il est permis, comme l'a fait remarquer Bravais, de penser que la cause inconnue, dont l'orientation de ces bandes nuageuses est le résultat, est aussi le même qui dirige les arcs de l'aurore boréale.

La plus étroite connexion existe évidemment entre les deux phénomènes; en effet, quand l'aurore disparaît devant la clarté du jour, il est rare qu'elle ne soit pas remplacée par des bandes de cirro-stratus; quelquefois c'est

l'inverse qui se présente, c'est-à-dire que ces sortes de nuages se montrent pendant la journée et précèdent l'apparition de l'aurore de la nuit suivante.

Depuis Frobesius, qui indiquait déjà, en 1739, certaines de ces relations, un grand nombre d'observateurs, Richardson, Franklin, Wrangel, Winnecke, Hildebrandson, etc., ont tous considéré ces relations comme évidentes.

Les conclusions de Weyprecht sont identiques. D'après lui les phénomènes lumineux de l'aurore, sont tels que cette lumière semble liée intimement à des particules matérielles. En effet, partout où plusieurs rayons se croisent, l'intensité de la lumière augmente ; il en est de même là où une bande aurorale semble faire un pli ; de plus on dirait que le vent agit sur l'aurore, qui paraît déchirée après les tempêtes. Enfin la présence des nuages semble favoriser le développement des aurores boréales.

VI. — Relation des aurores polaires avec l'électricité atmosphérique et les courants terrestres.

Le plus grand nombre des observateurs sont d'accord pour admettre que les aurores polaires n'ont aucun rapport avec l'électricité atmosphérique. Ainsi, en mettant un électroscope très sensible en communication avec une tige métallique pointue, haute de 35^m et placée verticalement, Parry n'obtint jamais de mouvement des feuilles d'or pendant les aurores boréales. Poey, à la Havane n'obtint pas plus de résultat.

D'après M. S. Lemstrœm, on obtiendrait peut-être de meilleurs résultats en plaçant verticalement sur le sommet d'une montagne une tige conductrice munie de pointes et rattachée à distance à un galvanomètre par un long fil de cuivre isolé. Néanmoins jusqu'ici il n'a rien été obtenu de positif dans quelque circonstance que l'observation ait été répétée dans différentes latitudes.

On peut citer cependant quelque cas où des manifestations électriques se sont produites en même temps que l'aurore boréale ; mais ces cas sont trop rares pour admettre qu'ils ne soient pas dus au hasard.

Il n'en est pas de même si, au lieu de considérer l'électricité atmosphérique, on prend les courants terrestres se manifestant spontanément dans un long fil métallique isolé dont les deux extrémités communiquent avec le sol. Par le fait de la multiplicité des lignes télégraphiques qui se croisent en tous sens dans toutes les contrées, on est à même de faire de nombreuses observations sur ce genre de phénomènes.

Ces courants sont souvent assez intenses pour mettre les sonneries en mouvement, pour empêcher les communications télégraphiques et même pour occasionner des accidents aux appareils et aux personnes. Mais il faut

distinguer entre les courants terrestres produits à la suite de violents orages qui n'ont aucune relation avec les aurores polaires et les courants terrestres qui se manifestent en l'absence de tout orage.

Nous citons les détails suivants empruntés à la note que M. Blavier a publiée dans l'*Annuaire de la Société Météorologique de France*, à propos des observations faites par lui de concert avec M. Bergon, le 2 septembre 1859, lors de la grande aurore qui fut aperçue sur le continent américain :

« Dans toutes les stations télégraphiques françaises, le service a été troublé pendant toute la journée du 2 septembre, mais surtout à deux heures différentes, de $4^h 30^m$ à 9^h du matin et de midi à 3^h du soir. Ces deux périodes ont été les mêmes pour tous les postes, et les plus grandes perturbations ont eu lieu partout exactement à la même heure, à 7^h du matin et à 2^h du soir. Le phénomène consistait en un courant produisant l'attraction continue des armatures des électro-aimants ; un galvanomètre, introduit dans le circuit, montrait que le courant changeait de sens à intervalles de temps variables, et d'au moins deux minutes. Vers 7^h du matin et 2^h du soir, ces courants avaient une telle intensité, qu'ils donnaient, quand on isolait le fil et qu'on lui présentait un corps conducteur, de vives étincelles analogues à celles qu'on obtient avec la bobine de Ruhmkorff. Les courants se sont produits dans toutes les directions ; ils paraissent toutefois avoir été plus intenses sur les fils allant du Nord au Sud. Les fils les plus longs ont toujours éprouvé les plus grandes perturbations. »

On a constaté un grand nombre d'aurores polaires accompagnées de perturbations dans les lignes télégraphiques. Il serait trop long de les citer, mais ces exemples suffisent pour montrer l'étroite relation qui existe entre les aurores polaires et les courants terrestres. Dans tous les cas, il n'est pas admissible que ce soient les aurores polaires elles-mêmes qui soient capables de produire les courants terrestres.

On pourrait, au contraire, admettre que quelques aurores polaires sont dues à l'écoulement d'électricité qui se manifeste par les courants terrestres et seraient un effet au lieu d'être une cause.

VII. — Relations des aurores polaires avec le magnétisme terrestre.

Les relations des aurores polaires avec le magnétisme terrestre sont de deux sortes : d'abord les aurores paraissent dépendre, quant à leur forme et à leur situation dans l'espace, de la distribution générale du magnétisme à la surface du globe, et, en second lieu, elles coïncident, dans un grand nombre de cas, avec les perturbations que les différents éléments magnétiques subissent de temps à autre.

1° *Relations des aurores avec la distribution générale du magnétisme.*

Nous avons déjà constaté que les aurores polaires en forme d'arcs sont généralement orientées de telle sorte que leur sommet soit voisin du méridien magnétique. Ainsi dans la plus grande partie de l'Europe, quand l'aurore se manifeste dans la moitié septentrionale du ciel, son sommet est



Fig. 60.



Aurore boréale observée à Noulato (Alaska), par M. Whymper, le 27 décembre 1868.

compris entre le Nord et le Nord-Ouest; au contraire, si elle apparaît dans la moitié méridionale, son sommet se trouvera entre le Sud et le Sud-Ouest.

De même, la direction des rayons, qu'ils soient isolés ou réunis, sous quelque forme que ce soit, semble parallèle à l'aiguille d'inclinaison; de sorte que le point de concours de ces rayons se trouve au zénith magnétique, c'est-à-dire au point où la direction de l'aiguille d'inclinaison rencontre la voûte céleste.

La force qui dirige les aurores polaires paraît être la même que celle à laquelle obéit l'aiguille aimantée. Cette dépendance n'est cependant pas absolue et ne doit être acceptée qu'avec une certaine latitude. En effet, des

observations nombreuses montrent un écart d'une dizaine de degrés entre le sommet des aurores et le méridien magnétique. Ces observations ont été confirmées par la commission de Bossekop sur un nombre de 225 arcs. En résumé, il a été remarqué que moins ces arcs sont élevés, moins ils s'écartent du méridien magnétique. Ceci est d'autant plus juste que l'on raisonne sur des moyennes, car on peut trouver de grandes divergences si l'on considère des aurores en particulier. Ainsi, le 16 janvier 1839, Bravais observa un arc dont le sommet était à 90° à l'ouest du méridien magnétique; par contre, le 21 janvier, le sommet d'un autre arc atteignit 36° à l'est.

Les observations précédentes à propos des arcs se rapportent parfaitement aux couronnes et aux rayons auroraux. Quarante-trois observations faites à Bossekop ont donné une moyenne de moins de 1° entre les deux points. Pour la France, l'Angleterre, l'Europe centrale, etc., les observations faites ont donné le même résultat et il en a été de même pour l'aurore australe observée à Melbourne le 2 septembre 1859, dont le centre de la couronne était à moins de 1° de distance angulaire du zénith magnétique.

Cependant à Bossekop la position du centre des couronnes n'a pas toujours été d'accord avec les hypothèses émises par Bravais pour expliquer la déviation des arcs auroraux à l'ouest du méridien magnétique. En effet, la moyenne de la position est à plus de 3° à l'ouest du plan vertical perpendiculaire à celui qui marque la direction moyenne des bandes aurorales ou des arcs; ce qui force d'admettre que l'orientation moyenne des bandes de l'aurore n'est pas perpendiculaire au méridien magnétique ou que la direction des rayons n'est pas rigoureusement parallèle à l'aiguille d'inclinaison. Quant aux observations individuelles, des différences beaucoup plus considérables ont été constatées à Bossekop. En effet, le 20 janvier 1839, le point de concours des rayons d'une aurore s'est écarté d'environ 15° du zénith magnétique. Deux autres fois, l'écart a atteint 12°.

On peut conclure de ces observations que les forces magnétiques de notre globe jouent le principal rôle dans la direction des aurores polaires; quant aux déviations, on pourrait peut-être en chercher la cause dans des phénomènes météorologiques, quoiqu'on n'ait pas encore trouvé de relations directes entre ces derniers et les aurores; mais peut-être pourrait-on découvrir leur influence dans la direction des rayons.

2° *Relations des aurores polaires avec les perturbations magnétiques.*

Celsius et Hiorter, en 1741, signalèrent pour la première fois la simultanéité d une aurore boréale et de perturbations dans la déclinaison magnétique. Ce dernier constata 46 exemples de cette coïncidence, mais il

remarqua à Upsal que les perturbations magnétiques se produisaient principalement à propos des aurores qui se montraient du côté sud du zénith.

Wilcke trouva que des aurores boréales accompagnaient presque toujours des perturbations magnétiques, mais que l'inverse n'avait pas toujours lieu. Il signala aussi le premier la coïncidence du centre des couronnes avec le zénith magnétique, et montra que, pendant les aurores, l'inclinaison éprouve des perturbations comme la déclinaison. Van Swinden, Cassini, Gilpin et d'autres vérifièrent les découvertes précédentes.

En 1780, Cotte observa que les perturbations magnétiques semblent se produire les premières et que l'aiguille de déclinaison s'agite souvent plus d'une heure avant l'apparition de l'aurore.

Enfin, en 1806, Humboldt découvrit les relations de l'aurore avec les perturbations de la force magnétique et annonça que la composante horizontale de l'intensité magnétique diminue pendant la durée de l'aurore. Farguharson, Fox et Hansteen vérifièrent cette conclusion; le dernier crut reconnaître, en outre, que l'intensité horizontale augmente avant l'apparition de l'aurore, pour diminuer dès qu'elle se montre, et que cette intensité est en rapport direct avec celle de l'aurore.

Les exemples furent multipliés par l'association magnétique fondée en 1834, par Gauss et Weber, et au moyen des stations de Sabine dans les colonies anglaises; mais le grand nombre de ces observations permit de constater que ce phénomène ne se fait remarquer que lorsqu'il s'agit d'aurores polaires très étendues, et qu'il n'en est plus de même quand il s'agit de perturbations ordinaires qui paraissent dues à des phénomènes locaux et ne se font pas sentir simultanément dans les deux hémisphères ni même à deux points éloignés du même hémisphère.

Weyprecht, lors de l'expédition du Tegethof à la Terre François-Joseph, fit la remarque que les perturbations sont d'autant plus violentes que l'aurore paraît plus rapprochée. De plus, il a constaté que, pendant les perturbations observées par lui, l'aiguille de déclinaison se déplaçait vers l'Est, l'intensité horizontale diminuait et l'intensité verticale augmentait.

En général, s'il s'agit des latitudes moyennes, on remarque que la concordance entre les aurores et les perturbations magnétiques est assez remarquable. D'après Arago, il ne faudrait pas considérer comme une preuve contraire l'absence d'aurore pendant un trouble magnétique, cette absence pouvant ne provenir que de l'éloignement de l'aurore placée au-dessous de notre horizon et visible seulement daus les régions plus septentrionales.

Dans les régions boréales, la concordance entre les aurores et les perturbations magnétiques semble beaucoup moins certaine; souvent aucune aurore n'accompagne ces perturbations.

Des observations nombreuses paraissent confirmer cette opinion. Parry, dans ses hivernages à la presqu'île Melville et à Port-Bowen, ainsi que Mac-Clintock, ne trouvèrent aucune relation entre les aurores et les mouvements de l'aiguille aimantée. Kane, dans ses deux hivernages, en 1853 et 1855, au Port Van-Rensselaer, à l'extrémité nord du Groënland, conclut de même. Il en fut ainsi pendant l'hivernage de l'*Alert* et de la *Discovery*, en 1875-1876, dans la partie la plus septentrionale du détroit de Smith. Il n'y eut que Bessels qui, lors de l'expédition du *Polaris*, nota des variations de la déclinaison pendant une aurore, mais ce fut pendant l'aurore tout à fait exceptionnelle du 4 février 1872, et qui semble avoir, sauf la zone équatoriale, enveloppé la terre entière.

Si dans les régions polaires la concordance entre les aurores et les perturbations magnétiques est peu générale, par contre il faut remarquer que ces perturbations acquièrent une amplitude extraordinaire. Dans nos latitudes elles dépassent rarement 1° et n'ont peut-être jamais atteint 2°. Au contraire, dans les terres arctiques, des perturbations de 8° à 10° ne sont pas rares. Mac-Clintock, à Port Kennedy, observa une déviation de 15°, Bessels en nota une de 12° le 4 février 1872. Enfin, à Disco, sur la côte occidentale du Groënland, O.-T. Shermann observa, entre le 11 et le 18 août 1880, une variation de 20°40′.

On ne peut donc rien conclure de l'absence d'aurores pendant les perturbations magnétiques; mais il en est tout autrement de l'absence de perturbations pendant les aurores, absence qui, observée en Europe, mais comme exception, par Wilcke, Bravais et d'autres, semble devenir au contraire la règle dans les régions arctiques de l'Amérique.

Toutes ces observations sont d'une haute importance, car elles contredisent la théorie de ceux qui prétendaient trouver dans les aurores polaires la cause des perturbations magnétiques.

(*A suivre.*)

PASSAGE DE LA PLANÈTE MARS ET DE SES SATELLITES

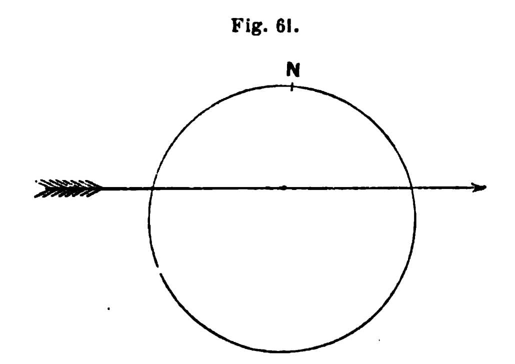
DEVANT LE SOLEIL, POUR JUPITER, LE 13 AVRIL 1886.

La Terre et la Lune sont passées devant le Soleil, pour les habitants de Mars, le 12 novembre 1879. Le précédent passage de la planète Mars devant le Soleil, pour Jupiter, avait eu lieu le 13 août 1785, et le suivant vient d'arriver. Cet événement étant à la fois rare et curieux, M. Marth a voulu en calculer toutes les circonstances et a fait part de ses résultats à la Société royale astronomique de Londres.

Ce passage a commencé, le 12 avril, à $20^h\ 35^m$ (temps moyen de Greenwich), avec l'entrée de Deimos sur le disque solaire pour le troisième satellite de Jupiter, et a fini le 13 avril, à $18^h\ 17^m$, avec la sortie de Deimos pour le second satellite, de sorte que le passage entier a duré 21 heures 42 minutes pour le système entier de Jupiter. S'il y a des habitants sur ces immenses satellites, ils ont pu observer un spectacle astronomique du plus haut intérêt pour leur instruction.

Pour Jupiter lui-même, le passage a commencé le 13 avril, à $0^h\ 27^m$, avec l'entrée

Fig. 61.



Passage de Mars devant le Soleil, pour Jupiter, le 13 avril 1886.

Disque solaire = 352",57
Disque de Mars = 2",46
Plus petite distance des centres = 40",30. (Échelle : 1^{mm} = 10").

A la même échelle, le disque solaire, tel que nous le voyons de la Terre, aurait 192^{mm} = 1924 de diamètre.

de Deimos au coucher du soleil, pour un point situé par 16° de latitude boréale et 108° de longitude occidentale, et fini à $16^h\ 2^m$ avec la sortie de Deimos au lever du soleil pour un point situé par 14° de latitude boréale et 138° de longitude, de sorte que, pour Jupiter, le passage entier de Mars et de ses satellites a duré 15 heures 35 minutes, temps pendant lequel Jupiter a accompli une rotation et demie. A l'exception d'une petite région située dans un cercle de 2° autour du pôle Nord, la surface entière de Jupiter aura tourné devant le Soleil pendant la durée du passage. Pour la région illustrée par la grande tache rougeâtre, l'entrée de Mars et de ses deux satellites sur le disque solaire a eu lieu, le soir, le milieu du passage vers midi du jour suivant et la sortie dans la matinée du troisième jour.

Le diamètre apparent du Soleil vu de Jupiter était, ce jour-là de 352",57, et celui de Mars de 2",46; la plus grande élongation de Phobos est à 3",40 du centre de Mars et celle de Deimos à 8",50. A $8^h\ 14^m$, les centres de Mars et du Soleil se sont trouvés à leur moindre distance: 40",30.

Mars passant devant le Soleil, pour Jupiter, est invisible à l'œil nu.

Le Soleil lui-même, vu de là, est cinq fois plus petit que vu d'ici.

Vénus passe assez souvent devant le Soleil pour Jupiter, beaucoup plus souvent que pour la Terre : voici ses derniers passages :

7 décembre	1834
2 octobre	1840
12 août	1846
30 janvier	1853
16 avril	1858
5 octobre	1864
10 juin	1876
19 avril	1882

La Terre passe aussi quelquefois devant le Soleil, pour Jupiter ; d'après les calculs de M. Marth, les derniers passages ont été les suivants :

a	1806,	25 juin	par 273°	de longitude héliocentrique.
b	1811	23 décembre	91	—
a	1818	30 juin	278	—
b	1823	28 décembre	96	—
a	1830	5 juillet	283	—
b	1836	2 janvier	101	—
a	1842	10 juillet	288	—
b	1848	6 janvier	105	—

Après ce cycle, quarante ans s'écoulent sans passages ; puis ils recommencent par périodes de 83 ans :

1889, 24 juin, par 273° de longitude héliocentrique.

Et ainsi de suite.

Pour Saturne, Jupiter ne passe jamais devant le Soleil et, pour la Terre, Jupiter n'éclipse jamais Saturne. Du moins le calcul a-t-il établi que depuis deux mille ans et d'ici à deux mille ans, aucune conjonction de Jupiter et de Saturne n'arrive assez près de la ligne des nœuds pour produire, soit un passage de la première devant le Soleil, pour Saturne, soit une occultation de Saturne par Jupiter pour les habitants de la Terre.

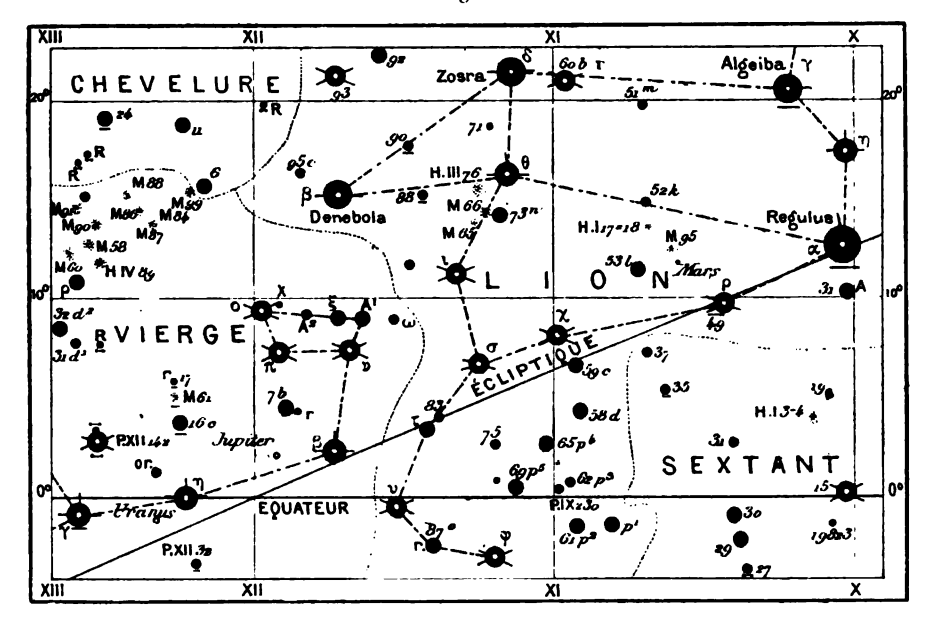
On pourrait penser que, lors du passage de Mars devant le Soleil, pour Jupiter, les distances interplanétaires étant considérables, Mars doit se projeter pour nous tout près de Jupiter sur la sphère céleste. Pourtant il n'en est rien ; la distance de Mars étant relativement faible, la perspective est très sensible et il y a là un premier plan céleste au delà duquel se perd, pour ainsi dire, Jupiter. Le 13 avril, la distance de Mars à la Terre était de 117 millions de kilomètres, et celle de Jupiter de 670 millions. La Terre étant alors à 149 295 800^{km} du Soleil et formant un angle assez considérable avec la ligne menée du Soleil à Mars et Jupiter, la première de ces deux planètes se projetait pour nous devant les étoiles du Lion, à l'est de Régulus, tandis que Jupiter se projetait sur celles de la Vierge, entre β et η. La distance angulaire de Mars à Jupiter était de 24°.

Notre *fig.* 62 représente les positions de Mars et de Jupiter sur la sphère céleste, le 13 avril dernier, et notre *fig.* 63 les positions de la Terre, de Mars et de Jupiter dans le système solaire, pour la même date. Mars et Jupiter sont sur la

ligne de 183° de longitude héliocentrique, la Terre étant par 204°. L'angle ♂ ♁ ♅ est de 240°. Ce diagramme est tracé à l'échelle de 1mm pour 10 000 000km.

Uranus se trouve dans la même région, par 186°, à 4° seulement de distance

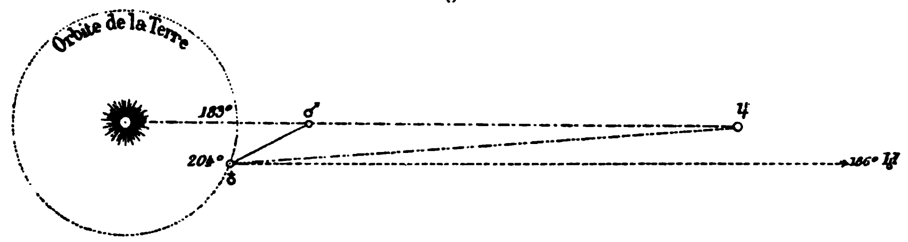
Fig. 62.



Positions de Jupiter, Mars, Uranus, le 13 avril 1886.

angulaire de Jupiter. Celui-ci passera à la même longitude qu'Uranus, le 1er juin prochain, mais à 35′ plus au Nord. Il ne se projettera donc pas sur le Soleil pour Uranus. Mars est passé sur la même ligne le 20 avril, mais à 32′ au Nord, et par

Fig. 63.



Positions de Jupiter, Mars, et la Terre dans le système solaire, le 13 avril 1886.
(Échelle : 1mm = 10 000 000km.)

conséquent aussi en dehors du petit soleil uranien. Depuis 1690, année de la première observation d'Uranus, Jupiter est passé deux fois devant le Soleil pour Uranus, en 1706 et en 1789. Les deux prochains passages auront lieu en 1914 et en 1997.

Nos lecteurs savent que Mars et la Terre sont invisibles d'Uranus, que le

disque solaire est réduit au diamètre de 1'40" et que Jupiter n'est qu'une médiocre étoile du matin et du soir, plus difficile à voir que Mercure pour nous. Quand aux satellites de Jupiter, rien ne prouve qu'ils ne soient pas actuellement habités par des astronomes qui, le 13 avril dernier, auront eu sous les yeux un intéressant et rare spectacle. C. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMMUNICATIONS RELATIVES A L'ASTRONOMIE ET A LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Sur la comparaison des résultats de l'observation astronomique avec ceux de la photographie, par M. C. FLAMMARION.

M. Wolf ayant cru pouvoir contester, devant l'Académie, les conclusions publiées par la *Revue* (N° de février dernier) sur la carte des Pléiades comparée aux résultats de la photographie, M. Flammarion a répondu comme il suit, dans la séance du 19 avril :

« Dans la séance du 1er mars dernier, M. Wolf a appelé l'attention de l'Académie sur les divergences qui existent entre sa carte des Pléiades et la photographie faite par MM. Henry. Le savant astronome ayant mis en doute les conclusions auxquelles m'a conduit l'examen de ces divergences, je demande à l'Académie la permission de placer sous ses yeux la comparaison dont il s'agit. Il m'a paru convenable d'attendre, pour donner cette réponse, que la photographie des Pléiades eût été présentée à l'Académie par ses propres auteurs. »

» Les divergences qui existent entre la carte de M. Wolf et la photographie peuvent être partagées en deux sections : les différences d'éclat et les différences de positions. La présentation de la photographie, qui vient d'être faite à l'Académie par MM. Henry explique les premières : elle montre que les différences d'éclat ne sont pas dues à la valeur photogénique des étoiles, mais à des erreurs d'estimation de l'observateur de 1874; que les dix étoiles qui sont marquées sur la carte de M. Wolf et qui n'existent pas sur la photographie n'existent réellement pas au ciel; que l'étoile — $3^m 54^s$ et — 29', signalée par M. Wolf comme étant de 10e grandeur, est inférieure à 12,0; que la nébuleuse de Mérope n'offre pas l'aspect sous lequel l'a dessinée la carte de 1874 ; en un mot, la présentation de cette photographie dissipe les ombres que les critiques de l'éminent observateur paraissaient jeter sur la méthode nouvelle d'enregistrement astronomique quant à l'état des étoiles. Des conclusions analogues m'ont d'ailleurs été transmises par les astronomes qui se sont récemment livrés à l'observation des Pléiades, notamment par M. Gaudibert, pour ce qui concerne l'étoile — $3^m 54^s$.

» Il ne me reste donc qu'à rendre compte des divergences de positions, et c'était là d'ailleurs le résultat capital du travail publié dans la *Revue mensuelle d'Astronomie populaire*, sur lequel M. Wolf a bien voulu appeler la haute attention de l'Académie. J'avais entrepris cette étude dans le but de chercher si,

depuis 1874, quelques mouvements propres pouvaient s'être décelés. Voici les principales de ces divergences. »

(Ici les *Comptes rendus* ont imprimé le tableau publié par la *Revue*, p. 51. Il nous paraît superflu de le reproduire.)

« Quelques-unes de ces divergences sont particulièrement remarquables. L'étoile 413, par exemple, indiquée par le savant auteur comme ayant été observée quatre fois, n'est pas (comme elle est placée sur le catalogue et sur la carte) à $8^s,6$ de sa voisine, mais à $6^s,6$ environ : la différence est de deux secondes de temps, quand la précision est portée au dixième de seconde sur le catalogue. Un mouvement propre d'environ 30" d'arc pour douze ans serait bien considérable! Ce beau travail de M. Wolf représentant l'œuvre de plusieurs années, et, en somme, l'œuvre capitale de sa vie entière, je n'avais émis qu'à regret l'hypothèse d'erreurs possibles. La carte de M. Wolf contient 625 étoiles et la photographie 1421; mais il n'y a rien de surprenant, toutefois, à ce que des erreurs se glissent dans toute œuvre humaine, et il serait inadmissible, au contraire, que la photographie n'eût pas enregistré les étoiles rigoureusement à leur place.

» La carte des Pléiades renferme plusieurs couples plus ou moins écartés, dont la direction est tout autre sur la photographie. Exemples : (voir les étoiles signalées, *Revue*, p. 52).

» Je n'insisterai pas. Tout en reconnaissant dans le mémorable travail de M. Wolf une haute valeur astronomique, il semble bien difficile d'échapper à la conclusion qui résulte des divergences sur lesquelles il a appelé l'attention de l'Académie, savoir: qu'en fait, l'observateur le plus habile, le calculateur le plus soigneux pouvant commettre certaines erreurs, la meilleure carte d'étoiles résultant d'observations et de réductions constitue un document moins sûr qu'une photographie directe. Il me paraît donc imprudent de se refuser à reconnaître les avantages de la nouvelle méthode, et nous pouvons penser que de pareils documents, enregistrant désormais avec certitude les étoiles à leurs positions précises, serviront aux générations futures de bases authentiques pour juger de la transformation séculaire des perspectives célestes. En fait, si la carte de 1874 avait été construite d'après une photographie, les différences de positions qui existent entre les étoiles de cette carte et celles de la photographie de 1886 nous conduiraient à conclure avec certitude à des mouvements propres, ce qui serait d'une importance capitale; tandis que, dans l'état actuel des choses, il est impossible de rien décider.

» En résumé, donc, quant à l'*éclat*, à part les étoiles rouges, la différence entre la photographie d'une région du ciel et l'observation visuelle de cette même région n'est pas telle que M. Wolf le suppose : il y a moins de différence entre deux photographies de la même région qu'entre deux cartes faites par deux observateurs (nos appréciations d'éclat étant loin d'être absolues), et quant aux *positions*, l'enregistrement photographique est, par son impersonnalité même, d'une incomparable supériorité de précision. »

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

Concours pour la Réforme du Calendrier. — Ce concours a été fermé, comme il avait été annoncé, à la date du 1er janvier dernier. Cinquante mémoires, envoyés des diverses parties du monde, ont été examinés en première lecture et classés. Le rapport actuellement terminé, va être incessamment soumis au jugement d'une haute commission, modifié, s'il y a lieu, et adopté comme exposition du PROJET de la réforme désirée; puis il sera publié par *l'Astronomie* avec les prix décernés. Nous pouvons penser, dès aujourd'hui, que le prix de cinq mille francs ne pourra être décerné à un seul auteur, mais sera partagé entre plusieurs.

Plusieurs savants nous ont demandé, à ce propos, si ce projet ne visait pas aussi la réforme du calendrier religieux, nous assurant qu'elle serait très utile et qu'elle était même généralement souhaitée par tous les chrétiens, catholiques ou protestants. Nous ne pouvons personnellement rien affirmer à ce sujet : cependant nous connaissons des membres du Parlement anglais qui ont l'intention de proposer cette réforme à la Chambre des Communes, surtout dans le désir de voir fixées chaque année à la même époque les vacances du Parlement. Nous pourrions particulièrement en citer un, bien connu partout par son immense fortune, et surtout par ses bienfaisances sans bornes en Angleterre et en France, et qui a doté Paris des fontaines populaires qui portent son nom.

Mais il appartiendra au congrès que nous espérons voir se réunir pour la réforme du calendrier civil, de décider s'il doit, en même temps, émettre un vœu sur la réforme du calendrier religieux. Quant à nous, nous ne pouvons nous occuper dans notre *Revue astronomique* que du calendrier *civil*. Il nous semble d'ailleurs que la réforme du calendrier religieux regarde le chef de la religion chrétienne. Grégoire XIII, avec le concours des savants de son siècle, a proposé, il y a trois siècles une réforme qui a été successivement acceptée par presque tous les États chrétiens; Léon XIII, qui passe avec raison pour être l'ami de la science et du progrès, pourra bien, s'il le juge utile, décider à son tour de l'opportunité d'une nouvelle réforme.

Les comètes Fabry et Barnard. — La première de ces deux comètes a atteint, au commencement d'avril, [1] la limite de la visibilité à l'œil nu, soit l'éclat apparent des petites étoiles de 6e grandeur, et à partir de cette date les vues très perçantes sont parvenues à la découvrir lorsque l'horizon était bien pur. A la jumelle on la trouvait facilement. Elle a atteint, vers le 10, l'éclat des étoiles de 5e grandeur; la queue, assez apparente, mesurait environ 3° de longueur. Du 19 au

[1] M. Guillaume, à Péronnas, a fait, tous les soirs de beau temps, à dater du 22 janvier, une série remarquable de dessins de cette comète, à l'aide d'une lunette de $0^m,075$ armée d'un grossissement de 50 fois. Du 22 janvier au 12 mars, elle a offert l'aspect d'une faible nébulosité munie d'un noyau central assez brillant. Chaque jour, les étoiles voisines ont été pointées et marquées sur le dessin.

D'après M. Blot, de Clermont, l'éclat était, au 10 mars, égal à la moitié environ de celui de la nébuleuse d'Andromède.

23, on pouvait l'estimer de 4° grandeur, et sa queue mesurait environ 9°; mais elle resta toujours difficile à voir, à cause de sa faible élévation au-dessus de l'horizon et du clair de Lune, et ce n'est guère que de 3h à 4h du matin que les observations pouvaient être faites. Le 23, elle est passée entre les étoiles β et μ d'Andromède; M. Flammarion, qui l'observait spécialement pour déterminer son

Fig. 64.

Marche des comètes Fabry et Barnard.

éclat, l'a trouvée égale à μ et supérieure à ν, de 4,2 environ. Les premières clartés de l'aurore ne l'ont pas fait disparaître : elle ne s'est effacée qu'à 4h0m, ν à 3h45m, μ à 4h5m et β à 4h20m. De 3h à 3h30m, la queue était bien visible, malgré un clair de lune intense : elle offrait la forme d'un panache droit dirigé à l'opposé du Soleil, vers la gauche de μ. Son éclat augmentait encore lorsque, le 26, elle descendit tout à fait sous notre horizon pour se précipiter vers le Soleil. Actuellement, elle est visible dans l'hémisphère austral.

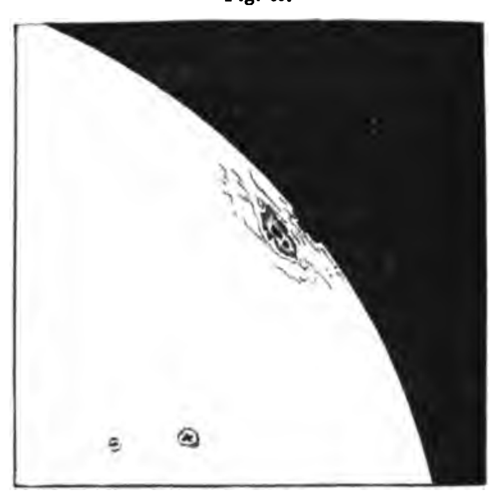
Dans le même temps, la comète Barnard traversait la même région du ciel.

Nous avons représenté sur notre carte (*fig.* 64) la position des deux comètes pendant la période actuelle. La première a déjà disparu de notre ciel. La seconde disparaîtra bientôt, son mouvement vers le Nord s'étant arrêté pour faire place à une marche vers l'écliptique et vers le Soleil; mais elle augmente aussi très rapidement d'éclat et va sans doute devenir visible à l'œil nu.

Il sera particulièrement intéressant d'observer la comète le 10 mai, à son passage près de l'étoile 56 d'Andromède. On aura, dans le même champ, la comète et l'étoile. Cette étoile est une double écartée, composée de deux de 6e grandeur, à 176″ l'une de l'autre.

Tache solaire photographiée au bord du disque. — Quoique la théorie la plus rationnelle des taches solaires les explique par des ouvertures plus ou moins profondes dans la photosphère, cependant cette théorie n'est pas encore à l'abri de toute objection, et les documents positifs qui peuvent la confirmer ou l'infirmer sont d'une très haute valeur. Il est rare que l'on ait pu suivre une tache jusqu'au moment où elle arrive sur la tangente même du globe solaire, et lors même qu'on en a observé, il reste toujours quelque doute sur la certitude de la constatation. Voici un document impersonnel, et par conséquent d'une authenticité incontestable : c'est la photographie du bord solaire prise à l'observatoire de Dehra-Dun (Indes anglaises) en 1884, et qui a été publiée par M. Lockyer dans le journal anglais *Nature*. Quoique nous n'ayons pas la date précise de cette photographie, nous n'hésitons pas, néanmoins, à la présenter à nos lecteurs comme un document fort intéressant.

Fig. 65.



Fragment d'une photographie solaire montrant une tache arrivant juste au bord du Soleil.

Bolide lent ou bradyte. — Le 22 août 1885, à Saïgon, vers 8h15m du matin, M. Réveillère et M. le lieutenant de vaisseau Guiberteau ont constaté l'apparition d'un phénomène météorologique très curieux.

Regardant le Sud et ayant devant lui la Croix du Sud, constellation qui joue pour l'hémisphère austral le même rôle que l'étoile polaire pour l'hémisphère boréal, ces savants aperçurent un magnifique astre rouge intense, plus gros que la planète Vénus et animé d'un mouvement appréciable de translation.

Les deux observateurs n'avaient pas d'instruments; ils virent le météore apparaître subitement dans le Sud, puis disparaître dans le Sud-Est. Sa hauteur sur l'horizon était de 15° à 20°. Sa marche, très sensiblement horizontale, avait comme vitesse celle d'un nuage poussé par un vent modéré. En sept ou huit *minutes*, le météore parcourut un arc de cercle égal au tiers environ de la voûte céleste et il disparut derrière un nuage d'une opacité médiocre.

L'un des spectateurs du phénomène, M. Guiberteau, a cru voir le météore circuler au-dessus des cirrus, tandis que pour M. Réveillère, les nuages faisaient perdre au météore quelque peu de son intensité et que celle-ci variait suivant l'épaisseur du nuage. Ce qu'était ce météore, il est difficile de le décider.

Une flamme brillante à minuit. — Pendant la nuit du 12 au 13 juin 1885, quelques minutes après onze heures, je me trouvais sur une hauteur à 125^m au-dessus du niveau de la mer, près de la forêt de Row (Sussex, Angleterre), quand je vis à l'horizon, quelques degrés à l'ouest du Nord, une flamme brillante et perlée, qui montait dans le ciel comme le prélude d'un lever de Lune. Elle s'élargit graduellement vers le Nord-Est, et à minuit, l'apparition lumineuse s'étendait jusqu'à environ 15° à l'est du Nord. Sa lumière était très tranquille. Le ciel était clair partout, et les étoiles brillantes. Le 13, au matin, le Soleil devait se lever à 3^{h}44^m, et la Lune à 5^{h}45^m. HENRY G. SLACK.

Curieux effets de la foudre. — Nous avons reçu de M. JULES FLANDRIN, à Apt (Vaucluse), un récit détaillé des effets produits par la foudre le 14 juillet dernier, au hameau des Tourettes, situé à 6^{km} au sud-sud-ouest d'Apt. La foudre, entrée par un coin du toit d'une maison est d'abord descendue dans le mur; puis elle a brisé la partie inférieure d'une croisée, tout en continuant à perforer intérieurement le mur qui a au moins 0^m,50 d'épaisseur. Elle a ensuite pénétré dans une armoire creusée à demi-mur, au premier étage, à 6^m de distance environ de la croisée brisée, et dans laquelle se trouvaient une quinzaine de bouteilles remplies de diverses liqueurs. Une seule de ces bouteilles, pleine d'alcool, a été brisée sans qu'on ait pu trouver aucune trace ni du liquide, ni du verre. Au sortir de l'armoire, la foudre a parcouru l'intérieur d'une chambre où se trouvait couchée une petite fille de cinq ans; sans faire aucun mal à l'enfant, elle a enlevé trois tableaux qui se trouvaient au-dessus de sa tête : verres, gravures et cadres ont été complètement pulvérisés. La décharge s'est continuée par un trou de 0^m,003 percé au plafond de la chambre formé d'une voûte de 0^m,45 d'épaisseur; elle est sortie par le toit, en brisant un grand nombre de tuiles; puis la foudre rentrant par le tuyau de la cheminée en le démolissant aux trois quarts, est descendue dans la cuisine, au rez-de-chaussée, où se trouvaient trois hommes autour d'un foyer allumé. L'un, debout, fut violemment projeté contre le mur opposé à

la cheminée; le second, debout aussi, fut lancé contre la porte d'entrée, et le troisième, assis, fut enlevé de dessus sa chaise à une hauteur d'au moins $0^m,50$ et jeté à terre. L'agent électrique est allé ensuite enlever la moitié de la crosse d'un fusil qui se trouvait dans un coin et l'a transportée dans une pièce contiguë où se trouvaient réunies onze personnes, puis retournant dans la cheminée, il a fait explosion à 1^m50 de hauteur, projetant de part et d'autres les débris du plâtre, des briques et de la crémaillère.

Tous les témoins de cette scène en ont été quittes pour quelques contusions et une paralysie dans tous les membres qui n'a persisté que pendant deux jours; la petite fille ne s'est souvenue de rien.

Il est à remarquer, qu'au même endroit, le 17 juin 1883, la foudre est entrée dans une bergerie contenant une centaine de moutons; quatre seulement ont été tués; l'un d'eux se trouvait marqué sur le dos d'une croix formée de deux rainures rectilignes pénétrant jusqu'à la peau, la laine seule ayant été enlevée.

Commissions météorologiques. — M. Eugène Vimont, directeur de la Société scientifique Flammarion d'Argentan, officier d'Académie, a été nommé membre de la Commission météorologique du département de l'Orne, par arrêté préfectoral en date du 26 mars dernier. Nous félicitons M. le préfet de l'Orne de ce choix éclairé, et nous lui en adressons, au nom de tous les amis de la science, nos plus sincères remerciements.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 MAI AU 15 JUIN 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé, des étoiles multiples, des amas et des nébuleuses, se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans *les Étoiles*.

La longueur des jours qui précèdent l'époque du solstice d'été, ainsi que la durée toujours croissante du crépuscule, retardent peu à peu l'heure des observations astronomiques à faire au commencement de chaque soirée de la fin du printemps. *Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Pallas, Junon* et *Vesta* sont visibles le soir; *Mercure, Vénus* et *Cérès*, le matin. Tous les principaux astres de notre système solaire sont observables en ce moment. C'est là un cas assez rare et qui mérite d'être signalé à l'attention de nos lecteurs.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — Le Soleil s'éloigne toujours de l'équateur céleste : sa déclinaison boréale est de 18°55′ au 15 mai et de 23°20′ au 15 juin, soit une augmentation de 4°25′, dans cet intervalle d'un mois.

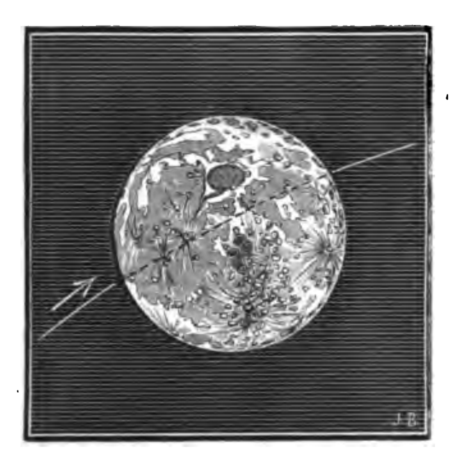
C'est le 14 juin que le Soleil passe au méridien de chaque lieu, à midi précis. Avec une lunette méridienne ou un cadran solaire, on peut donc régler facilement une montre ou une pendule.

Du 15 mai au 15 juin, les jours croissent de 23^m le matin et de 30^m le soir, ce qui donne un total de 53^m. Les matinées sont toujours plus longues que les soirées.

Lune. — La Lune ne se trouvera dans d'excellentes conditions pour l'étude si attrayante de ses cratères et de ses montagnes que dans le voisinage de la *Nouvelle Lune*, principalement durant les deux ou trois jours qui précèdent le *Premier Quartier*.

Beaucoup de personnes qui s'intéressent à la Science astronomique nous demandent pourquoi nous ne donnons pas dans cette *Revue* la carte des positions mensuelles de la Lune parmi les constellations zodiacales. La réponse est facile. La *Connaissance des Temps* fournit les coordonnées de notre satellite pour un observateur situé au centre de la Terre. De plus, la Lune est si rapprochée de

Fig. 66.



Occultation de η Balance par la Lune, le 17 mai, de $10^h 28^m$ à $11^h 45$ du soir.

Fig. 67.



Jupiter près de β Vierge et Uranus près de μ Vierge, le 23 mai 1886.

nous que deux astronomes placés à une courte distance l'un de l'autre, à la surface de la Terre, et sous le même méridien, verraient le disque lunaire se projeter différemment sur la voûte céleste. Pour répondre aux désirs exprimés par nos correspondants, il faudrait autant de cartes célestes des positions de la Lune qu'il y a d'observateurs sur la Terre. Les cartes désirées ne sont donc pas pratiques.

Phases...	PL le 18 mai, à $1^h 56^m$ matin.	NL le 2 juin, à $2^h 5^m$ soir.
	DQ le 25 » à 11 45 soir.	PQ le 9 » à 7 36 matin.

On pourra distinguer le *mince croissant lunaire*, en Europe et en Afrique, le 3 juin, au soir, vers $8^h 10^m$, moins de *trente heures* après la Néoménie, soit à l'œil nu, soit avec une jumelle marine.

Occultations visibles à Paris.

Deux occultations seulement seront visibles à Paris dans la première moitié de la nuit, depuis le 15 mai jusqu'au 15 juin.

1° η BALANCE (6° grandeur), le 17 mai, de 10h28m à 11h45m du soir. Comme l'indique la *fig.* 66, l'étoile disparaît dans la partie occidentale du disque lunaire, en un point situé à 30° au-dessous du point le plus à gauche et réapparaît dans la partie occidentale, à 15° au-dessus du point le plus à droite.

Cette occultation sera visible en Europe et dans l'Afrique du Nord.

2° *d* SAGITTAIRE (5,5 grandeur), le 21 mai, de 10h9m à 11h3m. A Paris, l'immersion ne pourra être observée, parce que la Lune est encore au-dessous de l'horizon. La sortie aura lieu à l'ouest du disque de la Lune, en un point situé à 1° au-dessous du point le plus à droite.

L'observation du phénomène aura lieu dans la partie septentrionale de l'Europe.

Occultations diverses.

Les lecteurs de *L'Astronomie* pourront encore être témoins des occultations suivantes, selon les contrées de la Terre qu'ils habitent.

1° MARS, le 9 juin, vers 9h25m du matin, temps moyen de Paris. Visible dans l'Afrique orientale et méridionale, ainsi que dans le sud-ouest de l'Asie.

2° β VIERGE (3,5 grandeur), le 9 juin, à 7h35m du soir. Visible en Europe, à l'aide d'une lunette astronomique, avant le coucher du Soleil.

3° JUPITER, le 9 juin, vers 9h40m du soir. Observation facile à faire dans l'ouest de l'Afrique et dans plusieurs îles de l'Océan Atlantique, situées dans la zone torride.

4° η VIERGE (3,5 grandeur), le 10 juin, à 8h55m du matin. Visible dans la partie orientale de l'Asie et dans l'archipel des Philippines.

5° URANUS, le 10 juin, à 9h du matin. L'observation ne pourra être faite que dans le nord-ouest de la Sibérie.

6° γ^1 VIERGE (3° grandeur), le 10 juin, à 6h55m du soir. Visible dans l'Afrique méridionale et dans plusieurs îles de l'Océan Indien.

MERCURE. — Du 15 mai au 3 juin, *Mercure* sera toujours difficile à apercevoir en Europe, à cause de sa position assez voisine de l'équateur. Mais dans l'hémisphère Sud, la planète se présentera toujours de la façon la plus favorable, le matin, près de deux heures avant le lever du Soleil.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
16 Mai.........	3h38m matin.	10h24m matin.	0h41m	BÉLIER.
20 »	3 34 »	10 30 »	0 40	»
24 »	3 31 »	10 39 »	0 39	»
28 »	3 29 »	10 51 »	0 37	»
1er Juin.........	3 31 »	11 6 »	0 32	TAUREAU.
3 »	3 32 »	11 14 »	0 30	»

Le 31 mai, à 6h du matin, Mercure est en conjonction avec Neptune, à 32′ au nord de cette dernière planète.

Dès le lendemain, vers 1h du soir, nouvelle conjonction avec la Lune, Mercure étant à 4°3′ au nord de notre satellite.

Le 12 juin, à 2h du matin, *Mercure* arrive en conjonction supérieure avec le Soleil et se trouve à sa distance maximum de la Terre.

Mercure a un diamètre de 5",4, au 1er juin. Sa distance à la Terre est de 184 millions de kilomètres et au Soleil de 50 millions de kilomètres.

VÉNUS. — *Vénus* continue à s'éloigner de nous, avec une grande rapidité; son diamètre diminue progressivement pendant que sa phase augmente. Au 1er juin, plus des $\frac{3}{4}$ du disque de la planète sont éclairés. En même temps, *Vénus* parcourt, dans le sens direct, une trajectoire éloignée d'environ 2° et au sud de la ligne d'écliptique.

Le 30 mai, à 1h du matin, la planète se trouvera au nord de la Lune, à 1°18 seulement.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
17 Mai	2h48m matin.	9h 4m matin.	1h30m	POISSONS.
20 »	2 43 »	9 4 »	1 31	»
23 »	2 38 »	9 4 »	1 33	»
26 »	2 33 »	9 4 »	1 35	»
29 »	2 28 »	9 5 »	1 37	»
1er Juin	2 24 »	9 6 »	1 39	BÉLIER.
4	2 19 »	9 7 »	1 42	»
7	2 15 »	9 8 »	1 45	»
10	2 10 »	9 9 »	1 49	»
13	2 6 »	9 10 »	1 52	»

Le diamètre de Vénus est de 17",6 au 1er juin. Sa distance à la Terre est de 140 millions de kilomètres et au Soleil de 108 millions de kilomètres.

MARS. — *Mars* est encore dans de très bonnes conditions pour l'observation. Mais il faut se hâter, car nous nous éloignons assez vite de cette planète. Sa marche est directe et sa trajectoire voisine de l'écliptique, quoique un peu au nord de cette ligne. *Mars* est aisé à découvrir à l'œil nu, à l'est de Régulus, principalement à cause de sa teinte rougeâtre. Dans les observations quotidiennes, il faut faire usage d'une lunette astronomique.

Le 23 mai, l'étoile de 5e grandeur χ *Lion* et la planète *Mars* sont en *conjonction* et visibles dans le champ d'une même jumelle marine, *la planète étant à 11' au sud de l'étoile.*

Quelques jours plus tard, le 4 juin, *conjonction* avec σ Lion, de 4e grandeur, *la planète étant à 51' au sud de l'étoile.*

Nouvelle *conjonction*, le 9 juin, avec τ Lion, de 5e grandeur, *Mars se trouvant à 1° 26' au nord de l'étoile.*

Le 9 juin, *occultation de Mars par la Lune*, invisible en France.

Mars est en quadrature avec le Soleil, le 11 juin, à 5h du matin.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
18 Mai	7h 8m soir.	1h52m matin.	LION.
22 »	6 57 »	1 38 »	»
26 »	6 46 »	1 24 »	»
30 »	6 35 »	1 10 »	»
3 Juin	6 25 »	0 56 »	»
7 »	6 15 »	0 43 »	»
11 »	6 6 »	0 30 »	»
15 »	5 57 »	0 18 »	»

Diamètre de Mars 9",6 au 1er juin. Distance à la Terre, 171 millions de kilomètres, et au Soleil de 237 millions de kilomètres.

Petites planètes. — *Cérès* est d'abord en mouvement direct jusqu'au 25 mai, après quoi, la petite planète rétrograde dans une partie du ciel presque totalement dépourvue d'étoiles visibles à l'œil nu. On pourra reconnaître aisément *Cérès* dans le Sagittaire, à 6° en moyenne à l'ouest de ψ Capricorne, soit à la simple vue, soit avec une jumelle marine. La petite planète se rapproche toujours de nous et se présente dans les meilleures conditions pour les astronomes de l'hémisphère sud de la Terre.

Jours.	Lever de Cérès.		Passage Méridien.		Constellation.
17 Mai............	0h 34m	matin.	4h 30m	matin.	Sagittaire.
21 »	0 21	»	4 15	»	»
25 »	0 7	»	4 0	»	»
29 »	11 53	soir.	3 44	»	»
2 Juin...........	11 39	»	3 28	»	»
»	11 25	»	3 11	»	»
10 »	11 11	»	2 54	»	»
14 »	10 55	»	2 36	»	»

Coordonnées au 1er juin : Ascension droite 20h9m,8. Déclinaison 25°59'S.

Pallas s'éloigne de plus en plus de l'écliptique, dans sa marche rétrograde à travers la constellation d'Hercule. Au 1er juin, la petite planète est à 46°15' au nord du plan de l'écliptique. C'est le seul astre du système solaire qui présente d'aussi grands écarts et s'éloigne autant des constellations zodiacales. Tous les observateurs pourront aisément étudier cette planète, presque au milieu de la ligne qui unit ε Aigle à σ Hercule, au sud de la constellation de la Lyre. Nous arrivons au moment le plus favorable, car *Pallas* va passer au méridien aux environs de minuit.

Jours.	Lever de Pallas.		Passage Méridien.		Constellation.
17 Mai............	7h 15m	soir.	3h 6m	matin.	Hercule.
21 »	6 55	»	2 49	»	»
25 »	6 34	»	2 31	»	»
29 »	6 14	»	2 13	»	»
2 Juin...........	5 53	»	1 55	»	»
6 »	5 34	»	1 37	»	»
10 »	5 13	»	1 18	»	»
14 »	4 54	»	0 59	»	»

Coordonnées au 1er juin : Ascension droite 18h37m2s. Déclinaison 23°6'25"N.

Junon suit sa marche rétrograde dans l'Écu de Sobieski, puis dans le Serpent, au cœur d'une région remplie d'étoiles très nombreuses. Avec une jumelle marine, les observateurs pourront distinguer la petite planète formant le sommet d'un triangle dont la base comprend la ligne qui joint les étoiles η et ζ Serpent. Le 23 mai, *Junon* sera en *conjonction* avec η et à 2°25' au sud de cette belle étoile de 3e grandeur. Cette conjonction servira de point de repère pour mieux découvrir la petite planète.

Coordonnées au 1er juin : Ascension droite 18h9m. Déclinaison 4°57'S.

Jours.	Lever de Junon.	Passage Méridien.	Constellations.
17 Mai...........	9h 3m soir.	2h40m matin.	Écu de Sobieski.
21 »	8 44 »	2 22 »	»
25 »	8 25 »	2 4 »	»
29 »	8 6 »	1 46 »	»
2 Juin...........	7 46 »	1 27 »	Serpent.
6 »	7 27 »	1 8 »	»
10 »	7 7 »	0 49 »	»
14 »	6 48 »	0 30 »	»

Vesta continue sa marche directe à une faible distance au nord de l'écliptique, à travers la constellation des Gémeaux où il sera très facile de l'observer, soit à l'œil nu pour les personnes douées d'une vue excellente, soit avec une jumelle.

Le 14 mai, on verra la petite planète à 1° au sud de ε Gémeaux, le 27 mai, à 3°33′ au nord de l'étoile ζ et, le 4 juin, à 1°56′ au nord de δ Gémeaux. Il faut se hâter d'étudier Vesta, car elle ne sera plus visible en juin.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Vesta.	Constellation.
16 Mai............	3h 2m soir.	11h10m soir.	Gémeaux.
20 »	2 53 »	11 1 »	»
24 »	2 44 »	10 53 »	»
28 »	2 36 »	10 44 »	»
1er Juin..........	2 28 »	10 35 »	»

Coordonnées au 1er juin : Ascension droite 7h7m,6. Déclinaison 24°0′N.

Jupiter. — Cette admirable planète brille toujours du plus bel éclat dans la constellation de la Vierge. Son mouvement est rétrograde jusqu'au 23 mai; puis, à partir de ce jour, Jupiter reprend sa marche directe.

Le 23 mai, à 8h du soir, la planète n'est guère éloignée que de 1° de l'étoile β Vierge (*fig.* 67). Dans une lunette astronomique munie d'un faible oculaire, les deux astres seront visibles dans le même champ.

Occultation de Jupiter par la Lune, le 9 juin, vers 9h40m du soir, invisible en Europe. Le soir, on apercevra la planète au nord du disque de notre satellite.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
18 Mai............	8h 2m soir.	2h19m soir.	Vierge.
22 »	7 46 »	2 3 »	»
26 »	7 31 »	1 48 »	»
30 »	7 15 »	1 31 »	»
3 Juin...........	7 0 »	1 16 »	»
7 »	6 45 »	1 1 »	»
11 »	6 30 »	0 45 »	»
15 »	6 15 »	0 30 »	»

Le 1er juin, le diamètre de Jupiter est de 36″,2; la distance à la Terre est de 755 millions de kilomètres et au Soleil de 807 millions de kilomètres.

Éclipses des satellites de Jupiter.

18 Mai.............	11h23m soir.	Émersion du	1er	satellite.
29 »	9 46 »	»	2	»
3 Juin.............	9 41 »	»	1	»
4 »	8 42 »	»	3	»
10 »	10 4 »	Immersion	3	»
» »	11 36 »	Émersion	1	»

Remarque. — Les observateurs doués d'une très bonne vue apercevront aisé-

ment, à l'œil nu, le 3e satellite lors de ses plus grandes élongations, qui auront lieu aux dates suivantes : 18, 19, 22, 25, 26 et 29 mai, 2, 5, 9, 12 et 13 juin.

SATURNE. — Il faut se hâter d'observer encore les curieux anneaux de Saturne, car en juin cette planète va prochainement cesser d'être visible, pour se perdre dans les rayons solaires. Le 4 juin, à 10h du matin, *conjonction* avec la Lune, la planète étant à 4°1' au Nord. Le 5 juin, *conjonction* avec ε Gémeaux, Saturne se trouvant à 1°31' au sud.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
17 Mai...........	2h46m soir.	10h45m soir.	GÉMEAUX.
21 »	2 32 »	10 31 »	»
25 »	2 18 »	10 17 »	»
29 »	2 5 »	10 4 »	»
2 Juin..........	1 51 »	9 50 »	»
6 »	1 37 »	9 36 »	»

Le diamètre est de 15",2 le 1er juin; la distance à la Terre est de 1469 millions de kilomètres et au Soleil de 1337 millions.

URANUS. — Uranus continue sa marche rétrograde dans la constellation des Gémeaux et se *maintient à une faible distance de l'étoile* η, jusqu'au 11 juin. A ce moment, la planète se trouve stationnaire, à peu près *en conjonction* avec η et à 44' seulement au Sud; ensuite, elle reprendra son mouvement vers l'Est. Pendant plusieurs semaines, la planète et l'étoile seront visibles dans le même champ d'une lunette astronomique. Ce rapprochement permettra à beaucoup d'observateurs de reconnaître, à la simple vue, Uranus brillant de l'éclat d'une étoile de 6e grandeur.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
16 Mai...........	8h37m soir.	2h37m matin.	VIERGE.
21 »	8 17 »	2 17 »	»
26 »	7 57 »	1 57 »	»
31 »	7 38 »	1 38 »	»
5 Juin.........	7 18 »	1 18 »	»
10 »	6 58 »	0 58 »	»
15 »	6 39 »	0 39 »	»

Coordonnées au 1er juin : Ascension droite 12h14m27s. Déclinaison 0°46'S.

Le 1er juin, le diamètre d'Uranus est de 4",2. Sa distance à la Terre est de 2651 millions de kilomètres et au Soleil de 2712 millions de kilomètres.

Il y aura *occultation d'Uranus* par le disque de la Lune, le 10 juin, au matin. Malheureusement, le phénomène ne pourra être observé en Europe.

EUGÈNE VIMONT.

ERRATA (Prière de corriger).

Page 150. A la fin des observations de Vénus, signer GINIEIS. — La *fig.* 47, p. 149, ayant été faite à l'aide d'un prisme, l'Ouest est à gauche.

Page 151. Ligne 10, au lieu de 1886, mettre 1885 (la lettre de M. Artus est de la fin de mai 1885).

Page 152. A la fin de l'observation de l'occultation de Jupiter, signer CHAVES A MELLO.

Page 157. Ligne 11, au lieu de *Passage méridien*, lire *Coucher*, et réciproquement.

les plus grands géomètres et les astronomes les plus illustres, est certes connue depuis longtemps, dans ses grandes lignes, du moins. A M. d'Oppolzer reviendra cependant le mérite d'avoir réuni en un tout harmonique un grand nombre de matériaux épars, et l'un de ses plus beaux titres de gloire sera d'avoir perfectionné la solution du problème en plusieurs de ses points essentiels.

Tout l'ouvrage, écrit avec une grande lucidité, repose sur un principe unique : la grande loi de la gravitation universelle. Dans le choix des méthodes, l'auteur accorde toujours la préférence à celles qui le conduisent le plus sûrement au but poursuivi, et l'on peut dire que ce grand ouvrage donne, dans des pages admirables, de vrais modèles de discussion analytique.

Le Traité de M. d'Oppolzer comprend deux volumes, mais la matière y est divisée de telle sorte que le premier forme à lui seul un tout complet. M. Pasquier a pu, en effet, d'accord avec l'Auteur, faire au second volume de l'*édition allemande* tous les emprunts nécessaires.

Double en étendue du Tome I de la première édition, ce premier volume est lui-même divisé en deux Parties, dont la première contient l'établissement d'un certain nombre de relations fondamentales, d'un usage constant lors de la détermination proprement dite de l'orbite. La seconde partie comprend la détermination même des orbites, à l'aide de trois ou de quatre observations.

Le volume se termine par un Appendice renfermant toutes les formules dont on a ordinairement besoin dans les premières déterminations des orbites ; cet Appendice, où les passages correspondants du texte sont notés avec soin, constitue un excellent résumé qui, avec la table des matières, facilite singulièrement la lecture de ce grand ouvrage.

Voici maintenant les principales modifications apportées à l'édition allemande.

Et d'abord, à la suite d'une revision minutieuse, faite tant par l'Auteur et M. Schram que par le traducteur, le texte et les tables ont subi diverses corrections plus ou moins importantes. Les tables ont même été revues trois fois après l'impression, et les corrections patiemment faites sur les divers exemplaires ; lors de la troisième revision, les tables ont été trouvées entièrement exactes.

Pour la mesure du temps, et pour celle des longitudes, nous nous sommes entièrement conformé, d'accord avec l'Auteur, aux décisions du Congrès international tenu à Washington en octobre 1884 ; mais comme ce mode de procéder n'est pas encore définitivement adopté, nous indiquons, immédiatement après cette préface, les modifications à appliquer au texte et aux tables dans l'hypothèse où l'on voudrait continuer à compter le temps astronomique à partir du midi moyen de chaque lieu et maintenir les longitudes positivement à l'Ouest, négativement à l'Est.

Dans notre laborieuse entreprise, nous avons été spécialement aidé par M. d'Oppolzer lui-même et par l'un de ses disciples les plus distingués, M. le Dr R. Schram, privat-docent à l'Université de Vienne... Nous devons aussi des remerciements tout particuliers à M. C Dusausoy, professeur à l'athénée de Gand : sa bienveillante collaboration nous a été très utile dans la traduction des cent premières pages de la deuxième Partie de ce volume.

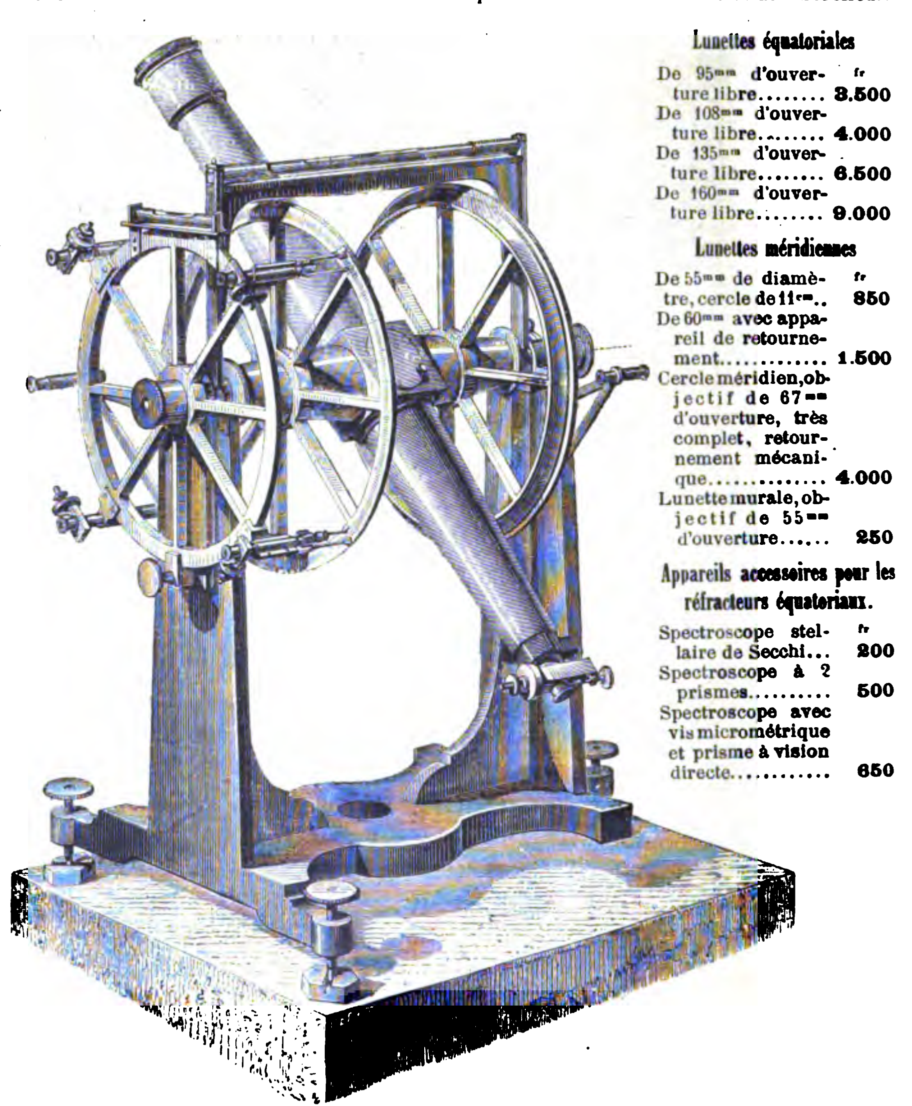
MAISON LEREBOURS ET SECRÉTAN

G. SECRÉTAN, Successeur

MAGASINS, 13, place du Pont-Neuf. — ATELIERS, 54, rue Daguerre.

Les instruments équatoriaux désignés ci-dessous sont des instruments complets, à monture très stable, avec micromètre de position, mouvement d'horlogerie isochrone, cercles divisés sur argent, divisions de calage, rappel dans le sens horaire sur la lunette, double éclairage, etc., etc.

Pour les basses latitudes, le pied en fonte de l'instrument aura la forme rectangulaire et le mouvement d'horlogerie sera logé dans le pied; pour les hautes latitudes, le pied sera en général une colonne ronde et le mouvement d'horlogerie sera adapté à l'extérieur de la colonne. — La lunette sera pourvue d'un chercheur de grande ouverture et aura au moins trois oculaires sans compter celui du micromètre et du chercheur.



Lunettes équatoriales

	fr
De 95mm d'ouverture libre........	8.500
De 108mm d'ouverture libre........	4.000
De 135mm d'ouverture libre........	6.500
De 160mm d'ouverture libre........	9.000

Lunettes méridiennes

	fr
De 55mm de diamètre, cercle de 11cm..	850
De 60mm avec appareil de retournement............	1.500
Cercle méridien, objectif de 67mm d'ouverture, très complet, retournement mécanique.............	4.000
Lunette murale, objectif de 55mm d'ouverture......	250

Appareils accessoires pour les réfracteurs équatoriaux.

	fr
Spectroscope stellaire de Secchi...	200
Spectroscope à 2 prismes..........	500
Spectroscope avec vis micrométrique et prisme à vision directe...........	650

	fr
Spectroscope à 2 prismes en flint de 48mm, objectif de 27mm et 192mm de distance focale, lentille cylindrique achromatique, prisme de comparaison, loupe pour observer l'image sur la fente, vis micrométrique avec tambour divisé sur argent, second tambour servant à enregistrer les observations faites dans l'obscurité, arrangement pour fixer avec facilité des tubes de Geissler ou des pointes métalliques entre lesquelles on fait jaillir l'étincelle électrique, 3 oculaires............................	1.000
Le même avec adjonction d'un prisme à vision directe..........................	1.100
Chambre noire pour adapter à l'instrument et pourvue d'un obturateur instantané suivant la grandeur de l'instrument......................... 300 à	400
Oculaire à grand champ et faible grossissement laissant toute la lumière que la lunette comporte....................	40
Hélioscope............................	300
Oculaire à lame de verre divisée en mailles carrées de petit niveau pour prendre des mesures avec l'hélioscope.	60

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 6. Juin 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

PARIS : 12 fr. — DÉPARTEMENTS : 13 fr. — ÉTRANGER 14 fr.

PRIX DU NUMÉRO : 1 fr. 20 c.

La REVUE paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 6 (JUIN 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

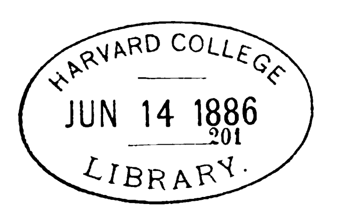
POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — **L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. — Le point fixe dans l'univers.**
FENET. — **Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.**
VIMONT. — **Instructions pour l'usage des instruments.**
DETAILLE. — **L'Astronomie des anciens Égyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.**
G. HERMITE. — **Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.**
LESPIAULT. — **Démonstration élémentaire des lois de Newton.**
GALLY. — **Éclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.**
G. TRAMBLAY. — **Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.**
H. RAPIN. — **Le jour sidéral et la rotation de la Terre.**
P. GÉRIGNY. — **Réflexions sur la Philosophie des Sciences.**
DE BOE. — **La lumière.**
ARGELANDER. — **Méthode pour l'observation des étoiles variables.**
ASAPH HALL. — **La latitude varie-t-elle?**
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.
TRÉPIED. — **Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.**
HIRN. — **Causes de la détonation des bolides.**

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'École des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Venus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — **Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.**
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — **Chute d'un uranolithe en Angleterre.**
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — **Distribution des petites planètes dans l'espace.**
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées à **M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**



LA PLANÈTE MARS.

L'intérêt passionnant et perpétuel qui s'attache à l'observation astronomique de la planète Mars s'explique tout naturellement par l'espérance que

Fig. 68.



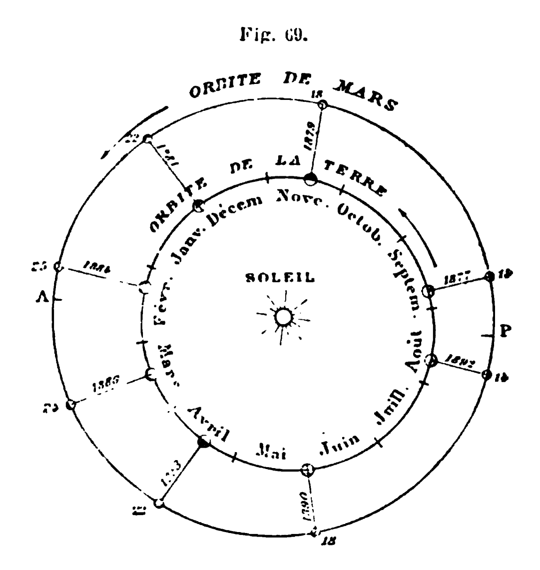
Aspect de la planète Mars, d'après les observations faites en 1884, par M. Knobel.

A. 29 février 10^h. Long. 215°.
B. 26 février 11^h. Long. 256°.
C. 11 février $7^h 15^m$. Long. 334°.
D. 11 février $9^h 30^m$. Long. 7°.

nous avons d'entrer en relation de plus en plus intime avec ce monde voisin, de pénétrer dans sa vie et d'arriver à nous rendre compte aussi exactement que possible de ce qui se passe à sa surface. *L'Astronomie* a pris soin, depuis sa fondation, d'exposer sous les yeux de ses lecteurs les progrès consécutifs accomplis dans cette étude. Comme on l'a certainement remarqué, c'est

l'hémisphère boréal de Mars qui est le moins bien connu, parce qu'en raison de l'inclinaison de l'axe, analogue à celle de la Terre, cette planète nous présente son pôle Nord pendant les époques où elle est le plus éloignée de nous. Il est donc doublement important d'étudier avec soin ces régions dans ces conditions désavantageuses. Nous avons déjà publié sur ce point les observations faites par M. Trouvelot. Aujourd'hui nous sommes heureux

Fig. 69.



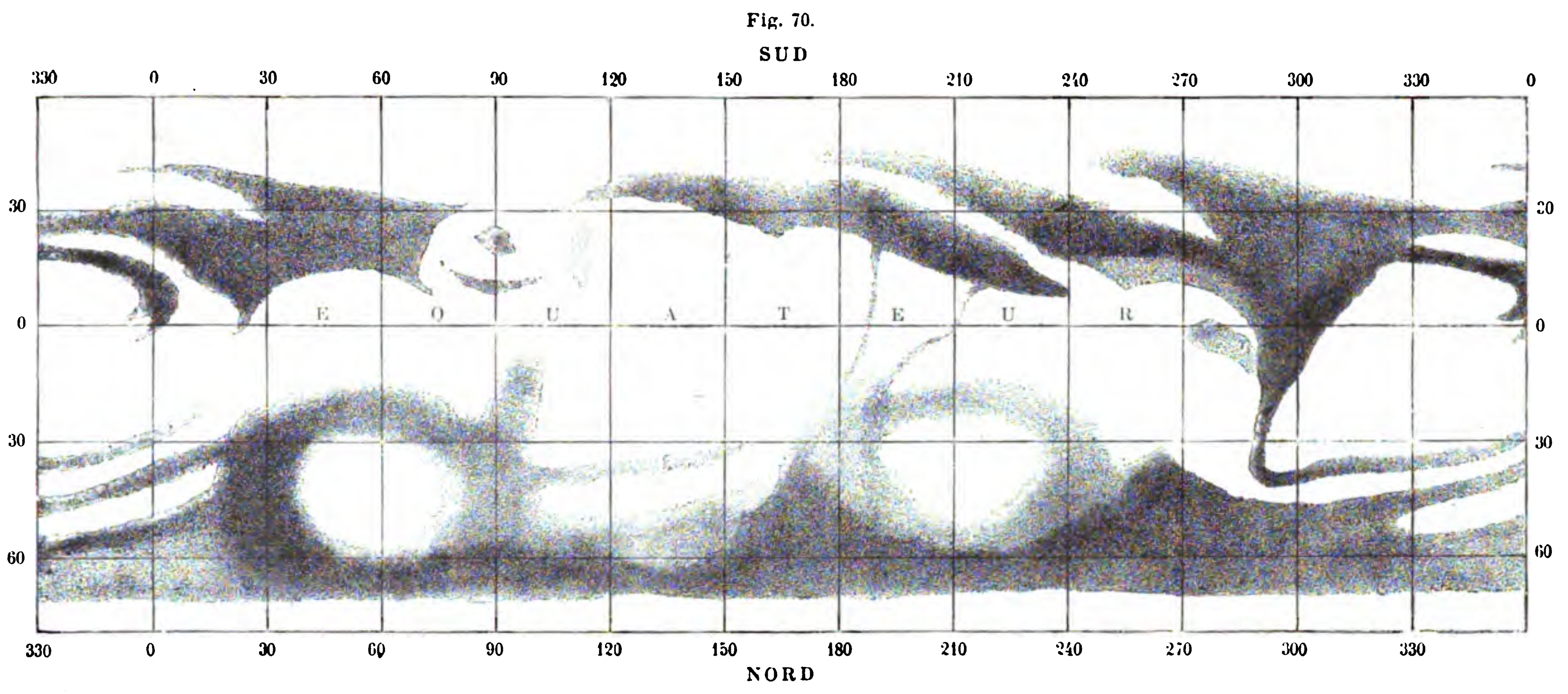
Cycle des oppositions de Mars.

de publier celles de M. Knobel, notre laborieux collègue de la Société royale astronomique de Londres.

Les observations de cet astronome ont été faites pendant les mois de janvier, février et mars 1884, lors de l'opposition de la planète, qui, alors à son maximum de distance d'opposition, passait à 25 millions de lieues d'ici et n'offrait qu'un disque de 13″ à 14″. On se rendra compte des oppositions successives de Mars à l'examen de la *fig.* 69. Aux oppositions du périhélie (celles de droite du diagramme) la planète arrive à 14 millions de lieues seulement et nous présente son pôle austral. Aux oppositions de l'aphélie, elle passe à 25 millions de lieues et nous présente son pôle boréal. Elle vient de passer (mars 1886) à une opposition un peu moins défavorable que celle de 1884, et elle va incessamment se rapprocher de nous. Mais ces dernières oppositions sont les seules qui nous permettent d'étudier le pôle nord.

Parmi les nombreux dessins pris par M. Knobel à l'aide d'un télescope en verre argenté de Browning, de 8 pouces et demi ($0^m,216$) armé d'oculaires grossissant de 250 à 450 fois, nous avons choisi les quatre plus intéressants pour les régions boréales, dont la connaissance laisse encore à désirer.

Fig. 70.



Carte géographique de **Mars**, principalement pour l'hémisphère boréal, construite par M. Knobel d'après ses observations de 1873 et 1884.

A l'aide de ces dessins (*fig.* 68) et surtout à l'aide de la carte construite par l'auteur (*fig.* 70) nos lecteurs pourront d'eux-mêmes compléter les lacunes que les cartes et le globe de Mars que nous avons publiés laissent encore dans ces régions circumpolaires.

On peut d'abord remarquer que l'hémisphère boréal de la planète diffère géographiquement ou peut-être météorologiquement de son hémisphère austral, non seulement parce qu'il est plus riche en taches sombres, ou mers, mais encore en ce que ces observations n'ont pas laissé voir une seule fois un seul contour géographique parfaitement net, si l'on en excepte toutefois l'allongement sud de la mer du Sablier (Kaiser sea) ([1]), longitude 290°, latitude 30° à 40°. Tous les contours se sont montrés vagues et mal définis. Cet effet peut être dû à une moins grande transparence de l'atmosphère, ou bien à des rivages réellement moins nets, moins arrêtés, moins rudes par eux-mêmes. M. Knobel émet l'idée que, sans doute, dans l'hémisphère austral les falaises sont plus escarpées, plus profondes et *les eaux plus brusquement serrées entre les rivages*, tandis que dans l'hémisphère boréal *les plages sont plus douces*, plus plates, et les rivages en pentes graduellement inclinées. Les observations ont été faites pendant l'été de cet hémisphère austral. C'est là, comme on le voit, un premier point fort intéressant pour notre connaissance de la planète.

L'auteur n'a pas réussi à reconnaître les canaux signalés par M. Schiaparelli; cependant les observations suivantes sont dignes de remarque.

Le canal désigné sous le nom de mer Huggins et de Cyclopum mare (longitude 200° à 223°; traversant l'équateur) a été observé à plusieurs reprises avec une très grande netteté. Cependant il est absent de la carte de M. Green. Il part de la mer Maraldi et se dirige sur la mer Oudemans. (Il est un peu moins droit que sur notre carte et notre globe.) Le dessin (A, *fig.* 68) fait le 29 février, à 10^h, a été exécuté par une définition excellente.

Sur ce dessin, on remarque, descendant de la mer Maraldi et allant se jeter dans la mer Oudemans deux sortes de canaux (Cyclopum et Læstrygonum, de M. Schiaparelli). Nos cartes et notre globe ne portent que le premier de ces canaux, et le second est seulement amorcé, surtout sur notre globe. Nous doutions encore de son existence certaine. On peut l'admettre désormais.

« L'espace situé à l'est de ces canaux, écrit M. Knobel, s'est montré couvert d'une sorte de réseau réticulé très délicat; non seulement il paraissait pom-

([1]) Pour suivre cette description, il sera utile d'avoir sous les yeux la comparaison ([2]) des dénominations géographiques données sur les diverses cartes publiées (Proctor, 1869, Flammarion, 1876, Schiaparelli, 1878, et Green, 1879), les noms étant empruntés tantôt à l'une, tantôt à l'autre, de préférence cependant à la dernière.

([2]) Voir *L'Astronomie*, 1882, p. 172-173, notre carte de Mars, *Astronomie*, p. 170-171, et notre globe géographique de la planète Mars.

melé, marbré, mais les bords de ce pommelage, pour ainsi dire, semblaient être des lignes légères. Je n'ai pas pu distinguer les canaux droits et parallèles, ajoute-t-il; mais, si j'avais pu faire un dessin, le résultat n'aurait pas été très différent de l'aspect général des dessins de Milan, quelque chose comme une toile d'araignée.

« Cependant il est juste de remarquer que ce jour-là (29 février) il n'y avait rien de visible sur la terre de Fontana (200° à 238° et 13° à 46° B) et que peut-être les nuages, qui sans doute cachaient cette région, ont produit l'aspect dont il vient d'être question.

« Le 26 février, la terre de Burchardt — Hespérie — terre de Hall — (220° à 255°; 40° à 10° A) était parfaitement visible. A la même date, le ton de la région sombre occidentale de la mer Kaiser, appelée mer Flammarion, ne s'est pas montré uniforme. La partie inférieure (Syrtis minor, Gruthuisen Bay) était certainement moins foncée que la partie supérieure bordant l'Ausonia (terre de Cassini). »

La baie du Méridien se trouvait sur la ligne centrale du disque le 17 février à 7^h50^m. L'astronome anglais propose de prendre pour origine des longitudes de Mars, au lieu de ce point adopté par Beer et Madler, Proctor, Schiaparelli, etc., la mer Terby, comme étant mieux détachée et d'une détermination plus sûre. Nous pensons qu'il est inutile de changer. Au temps de Beer et Madler, cette baie du Méridien était la configuration la plus caractéristique de toute la planète, elle ne s'est pas sensiblement modifiée à cet égard, et elle peut de nouveau redevenir très foncée.

M. Knobel s'est encore attaché à l'examen du curieux prolongement de la mer du Sablier connu sous le nom de canal Nasmyth. Sur notre globe, il est tracé sous une forme un peu indécise (contours ponctués) à cause de l'insuffisance des documents. Le 11 février seulement, à 9^h30^m, cette extrémité a été bien visible : elle se recourbe, non d'une manière abrupte, mais insensiblement, dans la direction de la baie Burton, sans s'étendre jusqu'à elle.

L'île Phillips (Deucalionis Regio) au-dessus de la baie du Méridien, s'est montrée rattachée au continent le 10 et le 11 février, dans une vue si distincte qu'on ne peut plus en douter.

La mer Knobel (long. = 20°, lat. = 30° à 65° B.) a paru s'étendre jusqu'aux neiges polaires boréales. Sa configuration diffère des dessins anciens, par l'absence de la traînée blanche vue en 1873 et de la tache blanche vue à l'est de son centre. L'attention la plus scrupuleuse a été portée sur cette région, dans le but de vérifier les observations faites en 1873 sur l'existence d'étroites bandes sombres croisant la terre de Leverrier, et l'ouest de la mer Knobel. En aucune circonstance on n'a pu revoir ces bandes aussi nettement tracées qu'en 1873; cependant les dessins du 11 février (*fig.* 68) confirment,

à n'en pas douter, ces observations anciennes. On peut remarquer que les dessins faits par Madler en 1839, Jacob en 1854 et Schmidt en 1873 montrent tous des bandes étroites en cette région, ce qui nous conduit à modifier la carte de M. Green sur ce point. En 1884, chaque fois que la mer Knobel a été observée, on a toujours vu, contigu à son côté occidental, un espace sombre, soit homogène, soit partagé en bandes. On n'a pas revu l'espace blanc désigné sous le nom de terre de Leverrier.

En des conditions d'observations excellentes, la mer Terby a été vue très distinctement les 5 et 6 février, ainsi que la petite tache sombre, au Nord, nommée Agathodæmon par M. Schiaparelli. A cette dernière date, à 11^h45^m heure de Greenwich) le centre de la mer Terby passait exactement par le méridien central, ce qui la placerait par 83° de longitude, au lieu de 90°.

Ce même soir, 6 février, la mer Airy était bien distincte; elle s'étendait assez loin vers le Sud. D'après les observations des 24, 29 janvier et 8 mars, la limite occidentale de la mer Oudemans s'étend à plus de 10° à l'ouest du tracé de M. Green.

Telles sont les principales observations faites par M. Knobel. Elles confirment nos connaissances antérieures sur la fixité des configurations géographiques de la planète Mars, depuis plus de deux siècles qu'on les observe, considérées dans leur ensemble, mais en même temps elles semblent nous avertir de ne pas nous hâter d'y voir un état de choses absolument identique à la géographie terrestre, en nous faisant soupçonner certaines fluctuations dans les rivages, certaines extensions et diminutions analogues à celles dont nous avons déjà parlé ici-même. *Il s'opère des changements certains dans les détails.* (Nous avons déjà signalé, *Revue*, 1882, p. 211, celles du lac Agathodæmon.) Il n'en est que plus intéressant pour nous de continuer ces études.

Au moment où nous rédigeons cette note, M. Perrotin, de passage à Paris, nous signale qu'il a pu, à l'aide d'une observation assidue et attentive, retrouver, au mois d'avril dernier, à l'aide de l'équatorial de $0^m,38$ de l'observatoire de Nice, une partie des canaux énigmatiques de M. Schiaparelli. C'est là une constation importante, dont tous les astronomes apprécieront la valeur.

L'impression dont nous venons de faire part à nos lecteurs sur les variations géographiques de la planète Mars concorde avec les idées nouvelles exprimées à l'Académie de Belgique par M. Terby, dans la Note suivante, qui qui sera bien à sa place ici. CAMILLE FLAMMARION.

La géographie de la planète Mars — Le fait qui m'a le plus frappé et le plus étonné, pendant le cours de la discussion à laquelle j'ai soumis les dessins de Mars de Schroeter, est la présence, dans les figures des *Areographische fragmente, de plusieurs taches ressemblant, à s'y méprendre, à la mer de Kaiser.* Je

disais : « Schroeter a fait soixante-treize dessins de cette planète en 1800 et en » 1801, et, dans ce nombre, nous en trouvons au moins trente-cinq *qui, à pre-* » *mière vue, semblent représenter évidemment la mer de Kaiser et l'océan de* » *Dawes*. En y regardant de plus près, on constate, au contraire, que ces trente- » cinq dessins *ne se rapportent pas tous à la même région et accusent la pré-* » *sence de plusieurs taches donnant lieu à la même apparence.* » Et plus loin : « Comment expliquer la présence de ces nombreuses taches se terminant » en pointe du côté du nord dans les dessins de Schroeter, *taches si semblables* » *entre elles et pourtant correspondant à des portions différentes de la sur-* » *face?* Elles ont souvent, comme on le conçoit sans peine, mis l'habile obser- » vateur lui-même dans une grande perplexité. Nous ferons remarquer que, » dans la carte de M. Proctor, on trouve, outre la mer de Kaiser, plusieurs » autres baies et détroits dirigés vers le Nord : tels sont les passes de Huggins » et de Bessel, les baies de Beer et de Dawes; le détroit de Dawes. Mais aucune » de ces régions n'offre des dimensions aussi notables que la mer de Kaiser. »

On remarque les mêmes singularités dans les dessins de W. Herschel.

A côté de cette explication imparfaite, la pensée m'était venue que ces baies avaient pu *diminuer de grandeur* depuis les observations de ces deux illustres astronomes; mais cette opinion m'avait semblé trop hasardée pour la formuler. Il était impossible aussi d'accorder plus de confiance aux dessins de W. Herschel et de Schroeter qu'à ceux des observateurs modernes exécutés à l'aide d'instruments évidemment supérieurs. La question restait donc sans solution.

M. Schiaparelli, dès ses premières découvertes en 1877, a fourni un élément précieux : les baies dont il s'agit se prolongent *toutes* vers le Nord par des canaux très déliés, il est vrai, mais qui nous rapprochent déjà davantage des objets vus par Schroeter. Les merveilleuses observations faites à Milan en 1877 et en 1879 combinées nous montrent l'*élargissement* de la mer de Kaiser et des changements de détails dans les figurations supposées fixes de la planète.

Les travaux de M. Schiaparelli en 1881-82 ne font que confirmer toutes ces merveilles, et, dans sa carte de cette époque, nous trouvons l'*Indus tellement développé, tellement élargi, tellement obscurci*, qu'il est presque tout à fait identique à la *mer de Kaiser*. Ce canal a subi un élargissement, un agrandissement manifestes depuis 1877. Avec cette modification étonnante coïncide le phénomène mystérieux de la *gémination* ou d'un dédoublement spécial de presque tous les autres canaux.

Ces faits m'ont déterminé à entreprendre, aussitôt que j'aurai mis la dernière main à un mémoire étendu sur la planète Jupiter qui m'occupe actuellement, une étude plus approfondie des dessins des Areographische Fragmente de Schroeter au point de vue indiqué plus haut, et à examiner si le merveilleux phénomène de la « *gémination* » des canaux n'est pas le *précurseur de leur élargissement périodique*, par suite de circonstances qui n'ont peut-être rien d'analogue à la surface de la Terre.

F. Terby,
Docteur ès sciences, à Louvain.

LES TACHES SOLAIRES EN 1885.

Quoique ralentie depuis le dernier maximum qui s'est produit, comme on sait, vers la fin de 1883, l'activité solaire n'a pas cessé de se manifester pendant l'année 1885, avec une recrudescence très marquée au milieu du mois de juin. Les phénomènes de la surface du Soleil ont été suivis avec soin par un grand nombre de nos correspondants qui nous ont envoyé de fort beaux et fort nombreux dessins pris sur nature. Déjà, à plusieurs reprises, la *Revue* a publié les manifestations les plus remarquables de l'agitation de la photosphère et de la chromosphère (*L'Astronomie*, T. IV, p. 33, 272, 353, 441 et 446). Il était intéressant de rassembler toutes les observations de nos collaborateurs et de résumer, pour ainsi dire, l'histoire de l'activité solaire pendant l'année qui vient de s'écouler. Tel est l'objet du présent travail.

I. — Fréquence des taches.

La première circonstance qui nous a frappé, c'est la diminution progressive et rapide du nombre des taches, surtout pendant le dernier trimestre. Ce phénomène était prévu, puisque nous sommes dans une période de décroissance; il n'en faudrait cependant pas conclure que les taches solaires soient réellement devenues *rares*. M. Élisée Duval qui a observé, toute l'année, à Saint-Jouin (Seine-Inférieure), a pu l'examiner pendant 141 jours, avec un instrument de moyenne puissance; il n'a trouvé que 4 fois le Soleil privé de taches; les dates où il a noté cette absence de taches sont le 8 janvier, le 23 mars, le 20 septembre et le 16 octobre. La fréquence des facules a subi la même décroissance que celle des taches; la grandeur relative des unes et des autres a été également en diminuant. Les protubérances ont également diminué, mais d'une manière bien moins marquée. Comme on devait s'y attendre, cette diminution n'a pas été régulière et s'est accompagnée de courtes périodes de recrudescence et d'affaiblissement. Ainsi l'on a constaté un maximum secondaire très marqué des taches, des facules et des protubérances à la fin de février; la fin de mars est une époque de minimum pour les taches et les protubérances, puis l'activité solaire se ranime et, après deux oscillations moins bien caractérisées, atteint un nouveau maximum très remarquable en juin. Le 21 juin, M. Jacquot, observant au Havre avec une simple jumelle, a pu compter jusqu'à 73 taches, dont l'une avait quatre noyaux; il compare l'aspect d'une partie du Soleil à une fourmilière. Cependant la fréquence des facules ne suit pas la même marche et montre au contraire une diminution constante depuis le mois de février jusqu'au mois d'août. A partir du mois d'août, le nombre des taches décroît très rapidement jusqu'à la fin d'octobre où se manifeste un nouveau maximum; la grandeur des taches semble au contraire augmenter, comme l'a remarqué M. Jacquot au Havre, et se montre maximum au milieu de septembre, époque qui est aussi un maximum pour les facules. Enfin, en novembre et en décembre, diminution très marquée de tous les phénomènes solaires. Toutes ces circonstances résultent très nettement de l'ensemble des observations, notam-

ment, en ce qui concerne les taches, du tableau détaillé que nous a envoyé M. *Élisée Duval* et des résumés d'observations de M. *Jacquot*. Elles se trouvent résumées dans les tableaux et le diagramme suivants qui nous ont été communiqués par M. Bruguière, de Marseille, bien connu de nos lecteurs pour l'assiduité avec laquelle il étudie le Soleil depuis plusieurs années.

Tableau n° 1.

NOMBRE DE TACHES SOLAIRES OBSERVÉES EN 1885.

Taches ayant persisté pendant :

MOIS.	1 jour.	2 jours.	3 jours.	4 jours.	5 jours.	6 jours.	7 jours.	8 jours.	9 jours.	10 jours.	11 jours.	12 jours.	13 jours.	14 jours.	TOTAUX.	GROUPES.
Janvier....	5	2	»	1	2	1	2	»	3	»	1	»	3	»	20	5
Février.....	4	3	2	2	»	1	»	»	»	»	2	3	1	»	18	6
Mars	2	»	1	2	3	»	»	»	»	»	»	2	»	»	10	1
Avril	»	»	»	2	»	1	»	1	1	2	»	3	1	»	11	2
Mai.........	1	1	2	1	1	»	1	»	1	2	4	2	1	»	17	4
Juin	1	4	2	2	»	»	1	»	»	»	2	1	3	1	17	6
Juillet......	1	»	»	2	2	»	»	»	»	»	2	3	2	»	12	4
Août........	3	2	1	2	1	1	»	1	1	»	»	2	2	»	16	5
Septembre..	2	1	»	»	3	»	1	»	»	»	»	3	2	»	12	2
Octobre.....	1	1	1	»	1	»	»	»	1	2	1	2	»	»	10	2
Novembre..	4	1	1	»	1	»	1	»	»	»	1	»	»	»	9	2
Décembre..	2	3	1	1	»	»	2	»	»	1	1	»	1	»	12	1
TOTAUX..	26	18	11	15	14	4	8	2	7	7	14	21	16	1	164	40

Remarques sur le tableau précédent. — La même méthode d'observations a été suivie que pour l'année précédente. Voir *L'Astronomie*, 1884, p. 102. Nous croyons devoir rappeler que, dans ces tableaux, une seule tache ne figure jamais que pour une seule unité.

En 1885, les taches isolées ont été plus nombreuses qu'en 1884. Les groupes ne sont pas nombreux, quelques-uns ont acquis une réelle importance.

Procédant comme précédemment, on peut estimer approximativement que la moyenne est de 8 taches par groupe.

Les 40 groupes correspondent alors à............................	40 × 8 = 320
Si l'on ajoute à ce nombre les taches isolées, au nombre de.....	164 — 40 = 124
On trouve un total général de......................	444 taches.

Ce nombre est certainement inférieur au chiffre réel, à cause de l'imperfection de l'instrument et des jours où il n'a pas été fait d'observations, soit à cause du mauvais temps, soit pour tout autre motif.

Parmi les taches qui ont pu être suivies pendant la totalité de leur trajet apparent sur le disque solaire, on en trouve :

1 qui a mis 14 jours pour traverser le disque entier.
16 qui ont mis 13 » » »
21 » 12 » » »

Remarquons la comparaison entre 1885 et 1884. Cette dernière année a donné :

1 tache qui a mis 14 jours pour traverser le disque entier.
16 taches qui ont mis 13 » » »
25 » 12 » » »

Dans le courant de l'année 1885, le Soleil s'est montré sans tache pendant 10 jours.

Soit : Mars, pendant 2 jours, les 22 et 23.
Novembre, » 5 » les 25, 26, 27, 29 et 30.
Décembre, » 3 » les 1er, 5 et 7.

Tableau n° 2.

TACHES AYANT REPARU APRÈS UNE DEMI-RÉVOLUTION DERRIÈRE LE DISQUE SOLAIRE.

Désignation des taches.	1re observation.	Dernière observation.	Durée de la visibilité de la tache.	Nombre de rotations.
A.....	26 Décembre 1884.	31 Janvier 1885.	37 jours.	1 rotation 1/2
B.....	31 Janvier 1885.	9 Mars.	37 »	1 » 1/2
C.....	10 Mars.	9 Mai.	61 »	2 » 1/2
D.....	7 Avril.	11 »	35 »	1 » 1/2
E.....	18 Mai.	25 Juin.	39 »	1 » 1/2
F.....	20 »	15 »	27 »	1 »
G.....	23 Juin.	29 Juillet.	37 »	1 » 1/2
H.....	4 Août.	6 Septembre.	37 »	1 » 1/2
I.....	15 »	29 »	44 »	2 »
J.....	26 »	3 Octobre.	39 »	1 » 1/2
K.....	30 Septembre.	3 Novembre.	35 »	1 » 1/2
L.....	17 Octobre.	16 »	32 »	1 » 1/2

En résumé, on compte :

1 tache ayant persisté pendant	....	1 rotation.
9 » » »	....	1 » 1/2.
1 » » »	....	2 » : I.
1 » » »	....	2 » 1/2 : C.

La plus longue durée de persistance est celle de la tache C, qui est de 61 jours.

TABLEAU GRAPHIQUE DE LA FLUCTUATION SOLAIRE, PENDANT LES ANNÉES 1883, 1884 ET 1885.

Le diagramme ci-dessous (*fig.* 71) a été dressé en vue de saisir l'ensemble de la

Fig. 71.

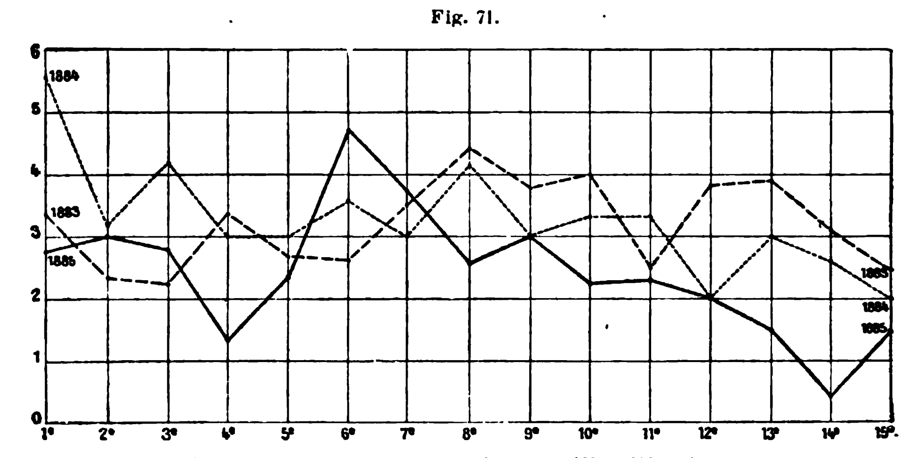


Diagramme des fluctuations solaires en 1883, 1884 et 1885.

fluctuation des taches solaires pendant les 3 années 1883, 1884, 1885, pour venir à l'appui du tableau n° 1 de la statistique des taches.

La moyenne des rotations solaires a été comptée de 25 jours (25,26), elle résulte des rotations comptées depuis 1874 jusqu'en 1882; ce nombre est de 14 par an (14,44).

Les taches ont été additionnées par rotation de 25 jours et portées sur le diagramme en prenant la moyenne des 25 jours.

Les chiffres de gauche indiquent le nombre de taches.

Les chiffres du bas indiquent le nombre de rotations.

L'inspection de ce tableau graphique, indique bien, malgré la brusque variation de la 6e rotation solaire, que la fluctuation va sans cesse en diminuant.

Au travail de M. Bruguière nous ajouterons le tableau suivant qui a été dressé par M. Jacquot d'après ses observations faites au Havre par projection à l'aide d'une jumelle de 0m,059 de diamètre. M. Jacquot observe le Soleil chaque jour de beau temps vers 12h30m et il compte toutes les taches et groupes de taches qu'il aperçoit. Chaque tache, comme chaque groupe, figure dans ce tableau pour autant d'unités qu'il a été observé de fois. Ce mode de statistique, différent de celui de M. Bruguière, offre aussi de l'intérêt.

Tableau n° 3.

NOMBRE DE TACHES, GROUPES, TACHES VISIBLES A L'ŒIL NU, ETC.

Mois.	Nombre de taches.	Nombre de groupes.	Taches à l'œil nu.	Jours d'observations.
Janvier	80	11	»	4
Février	173	21	»	5
Mars	160	25	»	13
Avril	128	15	»	8
Mai	264	42	»	12
Juin	536	46	5	12
Juillet	523	61	4	19
Août	408	50	»	18
Septembre	151	23	4	10
Octobre	112	14	2	8
Novembre	117	14	3	7
Décembre	104	18	»	11
Année 1885	2756	340	18	127
Année 1884	3238	374	38	123

Enfin nous donnerons aussi un tableau qui a été publié de trimestre en trimestre par M. Tacchini, le savant directeur de l'Observatoire du Collège Romain, et dans lequel nous avons compris le quatrième trimestre de l'année 1884 afin de mieux montrer la marche du phénomène.

Tableau n° 4.

VARIATIONS DES TACHES ET DES FACULES SOLAIRES DEPUIS OCTOBRE 1884, JUSQU'A DÉCEMBRE 1885.

Dates.	Fréquence relative		Grandeur relative		Nombre des groupes de taches par jour.
	des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	
1884. Octobre	22,13	0,00	81,22	56,50	4,48
» Novembre	11,24	»	53,80	77,00	3,08
» Décembre	18,60	»	68,45	63,44	4,10
1885. Janvier	19,57	»	43,19	81,00	4,33
» Février	23,81	0,00	77,33	75,41	5,96
» Mars	16,23	0,08	44,92	51,80	2,92
» Avril	15,10	0,00	56,86	49,70	3,48
» Mai	18,68	»	86,21	44,93	5,80

Dates.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
1885. Juin	22,36	»	132,76	45,52	5,21
» Juillet	15,41	»	90,22	43,15	4,45
» Août	11,20	»	44,70	40,17	3,40
» Septembre...	9,14	»	59,20	59,83	3,31
» Octobre......	12,55	0,00	55,64	34,06	3,09
» Novembre...	6,35	0,10	22,90	35,00	2,30
» Décembre...	4,84	0,12	21,44	42,61	2,12

II. — Position des taches.

La disposition des taches sur la surface du Soleil est également intéressante. M. Spœrer a remarqué (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* T. CI, n° 26) que de 1880 à 1883 l'hémisphère boréal était le plus riche dans la proportion de 56 pour 100 pour les taches boréales et de 44 pour 100 pour les taches australes. Après 1883 les taches se montrent plus nombreuses sur l'hémisphère *austral*, savoir : 60 pour 100 en 1884 et 69 pour 100 en 1885. Depuis 1880 les taches semblent se concentrer dans des zones voisines de l'équateur; leur latitude moyenne qui était de 19°,3 en 1880 était de 11°,6 en 1884 et 11°,5 en 1885.

III. — Protubérances.

Les protubérances, au contraire, se sont montrées fréquemment à des latitudes élevées. M. Tacchini qui a également remarqué la plus grande fréquence des taches sur l'hémisphère austral a souvent observé des protubérances jusque près des pôles. D'après cet astronome, la protubérance la plus élevée pendant l'année 1885 aurait été celle du 30 janvier qui atteignait 318″ ou 5′18″ de hauteur. Mais celle que M. Trouvelot a observée le 26 juin 1885 était beaucoup plus considérable puisqu'elle s'est élevée à 10′,5 au-dessus de la chromosphère (Voir *L'Astronomie*, T. IV, p. 442). On se rappelle qu'il y avait alors sur le Soleil deux éruptions énormes diamétralement opposées; il est digne de remarquer que ce fait extraordinaire s'est produit justement à l'époque du maximum secondaire si bien marqué au mois de juin, en même temps qu'on pouvait distinguer si facilement à l'œil nu un groupe de taches dont il a déjà été question dans la *Revue* (*Voir* T. IV, p. 353) et sur lequel nous aurons à revenir. Outre cette éruption gigantesque, les plus remarquables de l'année ont été : celle du 16 août qui s'est élevée à 9′27″ et qui était opposée non pas à une protubérance antipode comme la précédente, mais à une grande tache; les deux protubérances opposées observées le 9 septembre, pendant l'éclipse totale du Soleil, celles du 16 au 19 septembre observées par M. Riccò, et enfin les deux protubérances opposées du 27 septembre (Voir *L'Astronomie*, T. IV, p. 444, 445, 446).

IV. — Taches visibles a l'œil nu.

Un grand nombre de taches ont pu être observées à l'œil nu, surtout à partir du mois de mai. Sur 76 jours d'observation, M. Gunziger en a noté 28 où des

taches étaient visibles à l'œil nu. M. Bruguière, à Marseille, a noté, dans l'année



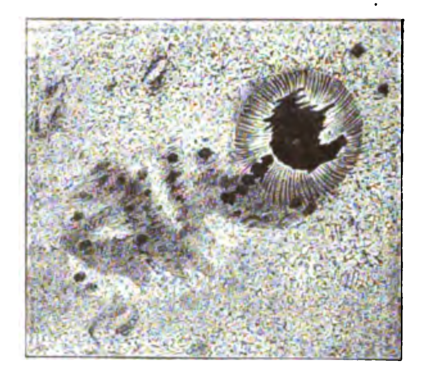


Fig. 72. — 21 juin 1885. Fig. 73. — 22 juin 1885.
Changements d'aspect d'une tache solaire.

entière, 67 jours où des taches ont été visibles à l'œil nu; il a trouvé ces taches





Fig. 74. — 23 juin 1885. Fig. 75. — 24 juin 1885.

au nombre de 18; pendant les six premiers mois il y a eu, suivant cet observateur,



Fig. 76. — 25 juin 1885.
Changement d'aspect d'une tache solaire.

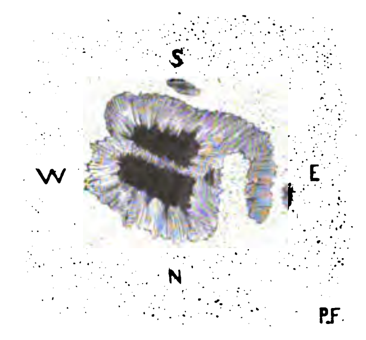


Fig. 77. — 10 septembre 1885.
Singulier aspect d'une tache solaire.

41 jours de visibilité et 12 taches, tous les mois ont fourni leur contingent,

Tableau n° 6.

TABLEAU DES TACHES SOLAIRES VISIBLES A L'ŒIL NU, PENDANT LES SIX DERNIERS MOIS DE L'ANNÉE 1885.

DATES.	FORME DES TACHES ET CHANGEMENTS OBSERVÉS A LA LUNETTE.	DURÉE DE LA VISIBILITÉ.	OBSERVATEURS.
Juillet 7	Composée d'abord de plusieurs taches individuelles.		Bruguière.
» 8	Les taches ont une tendance à se réunir.		Gunziger, Bruguière.
» 9	Large à l'œil nu; deux taches, la grande réunie à la petite par un long filet noir, la petite traversée par un pont.	4 jours.	Bruguière.
» 10	On remarque d'énormes facules.		Gunziger, Bruguière.
» 13	Tache traversée par un pont.	2 jours.	Gunziger.
» 14	Facilement visible à l'œil nu.		Gunziger.
» 21	Tache ronde parfaitement visible à l'œil nu.		Gunziger, Jacquot, Bruguière.
» 23	Visible à l'œil nu sans verre noirci grâce au brouillard.		Gunziger, Jacquot, Bruguière.
» 24	Sans changement.	7 jours.	Gunziger, Jacquot, Bruguière.
» 25	id.		Gunziger, Jacquot, Bruguière.
» 26	id.		Gunziger, Bruguière.
» 27	id.		Gunziger.
Août 10	Groupe de cinq taches, la plus grande allongée et traversée par un pont.	1 jour.	Gunziger, Ginieis.
» 17	Tache ronde arrivée le 15		Gunziger.
» 19	Sans changement.	4 jours.	Gunziger.
» 20	id.		Ginieis.
Septembre 2	Deux taches visibles en même temps à l'œil nu (phénomène rare se reproduisant pour la deuxième fois de l'année) l'une, sur le limbe E, est un groupe de deux grandes; l'autre au bord Ouest appartient au type régulier.		Gunziger, Bruguière
» 3	»		Bruguière.
» 4	La tache du limbe E, à présent au centre, est large à l'œil nu. L'une des deux qui la composaient est partagée en deux petites.	5 jours.	Gunziger.
» 5	Les taches sont plus séparées les unes des autres.		Gunziger.
» 6	Difficilement visibles à l'œil nu; à la lunette, le Soleil se montre parsemé de petites taches rondes.		Gunziger.
» 10	Belle tache australe.		Guillaume, à Péronnas.
» 11	»		Bruguière.
» 13	Tache très large à l'œil nu, ronde, accompagnée d'une plus petite visible seulement dans la lunette.		Gunziger.
» 14	Deux noyaux principaux; la pénombre a subi des modifications dans la journée même.	9 jours.	Schmoll, Jacquot.
» 15	Chaque noyau a sa pénombre distincte, l'un des noyaux s'est augmenté.		Gunziger, Schmoll, Jacquot.
» 16	La tache s'est partagée en deux facules au bord Sud-Est.		Gunziger, Schmoll, Bruguière.
» 18	L'une des deux est devenue invisible à l'œil nu.		Jacquot.
» 27	Noyau séparé par un même filet lumineux. — A l'Est du Soleil une douzaine de petites taches invisibles à l'œil nu.	1 jour.	Jacquot.
Octobre 3	»		Bruguière.
» 4	Groupe de trois taches rondes. (Réapparition des taches disparues, le 9 septembre.)		Gunziger, Bruguière, Jacquot.
» 6	Sans changement.	6 jours.	Gunziger, Bruguière, Jacquot.
» 7	Un filet lumineux coupe le noyau de la plus grande tache.		Gunziger, Bruguière, Jacquot.
» 8	Sans changement.		Gunziger, Bruguière, Jacquot.
Novembre 15	Visible sans verre noirci grâce au brouillard.		Gunziger, Bruguière, Jacquot.
» 16	Très visible.		Gunziger, Bruguière, Jacquot.
» 17	Groupe de plusieurs taches; la grande, traversée par un pont, trois noyaux.	4 jours.	Gunziger, Jacquot.
» 18	Visible dans l'image du Soleil, projetée à travers un petit trou percé dans une carte de visite.		Gunziger, Jacquot.

excepté les mois de mars et de décembre. Il est arrivé plusieurs fois, notamment le 11 juin, et du 2 au 4 septembre, que deux taches étaient en même temps visibles à l'œil nu sur la surface du Soleil. Les plus remarquables de toutes étaient sans contredit celles du mois de juin (Voir *L'Astronomie*, T. IV, p. 353). Elles ont été suivies avec soin par MM. GUNZIGER à Oldham, JACQUOT au Havre, BRUGUIÈRE et LIHOU à Marseille. Observées à la lunette, elles ont manifesté des changements d'aspect rapides; les *fig.* 72 à 76, gravées d'après les dessins de M. Bruguière, montrent les modifications subies par la plus grande de ces taches du 21 au 27 juin. Dès le 10 juin, M. Jacquot au Havre observait un beau groupe visible à l'œil nu à l'Orient du Soleil, le lendemain, M. Gunziger à Oldham distinguait une seconde tache également visible à l'œil nu sur le bord occidental, celle-ci disparut naturellement bientôt par suite de la rotation du Soleil, mais peu après, tandis que le groupe du 10 juin s'affaiblissait progressivement, un nouveau groupe apparut qui resta visible jusqu'au 29 du même mois; c'est celui-là que représentent nos gravures. Le 19 juin, il se composait de 5 taches entourées de pénombre et comportait une douzaine de noyaux. Le 20, la forme des taches s'était considérablement modifiée et les noyaux s'étaient encore multipliés. La tache principale contenait des noyaux irréguliers. Le lendemain 21, ces deux noyaux s'étaient réunis, mais un nouveau noyau était apparu dans la pénombre; et en même temps les petites taches avoisinantes avaient perdu leur pénombre. C'est ce jour-là que la tache offrit le plus grand développement; son aspect est reproduit par la *fig.* 72. Le 22, la tache devenait ronde (*fig.* 73), le 23, la pénombre s'est étalée; mais le noyau s'est sensiblement rétréci (*fig.* 74); le 24, diminution et déformation du noyau (*fig.* 75) ; le 25, la tache est redevenue ronde, mais le noyau s'est dédoublé, et trois nouveaux noyaux se sont formés (*fig.* 76).

Nous avons également reproduit, (*fig.* 77) le dessin d'une très jolie tache observée le 10 septembre à midi par M. Ginieis. Enfin nous donnons le tableau complet des taches visibles à l'œil nu pendant les six derniers mois de l'année. Ce tableau avait été primitivement dressé par M. Gunziger d'après ses propres observations; nous l'avons complété en utilisant tous les renseignements.

En résumé, l'agitation de la surface du Soleil est en décroissance manifeste; cependant l'année dernière nous a offert encore un grand nombre de phénomènes intéressants, et les fluctuations de l'activité solaire ont encore été dignes de remarques. Le maximum de la fin de février était très bien marqué; celui de juin a été tout à fait caractéristique, et constitue l'une des oscillations les plus notables dans la marche décroissante de l'agitation de l'atmosphère solaire.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de témoigner tous nos remerciements aux observateurs assidus qui nous ont fourni les éléments du travail précédent. Nous aurions voulu reproduire la plupart des beaux dessins qui nous ont été envoyés; mais le défaut d'espace nous a obligé, malgré tous nos regrets, à nous restreindre. Nous espérons qu'on voudra bien nous excuser.

PHILIPPE GÉRIGNY.

STATISTIQUE DES TREMBLEMENTS DE TERRE.

En présentant à nos lecteurs la statistique des tremblements de terre qui se sont fait sentir pendant l'année qui vient de s'écouler, notre premier devoir est de remercier ceux d'entre eux qui ont si obligeamment collaboré à ce travail en nous transmettant de nombreuses et intéressantes observations, et des documents divers relatifs à la sismologie. Nous citerons en particulier MM. Forel à Morges, Mavrogordato à Constantinople, Belly à Valparaiso, Martel à Caracas, Towne à Sens, Duprat à Alger, Bruguière à Marseille, Joubert, enseigne de vaisseau, Tremeschini à Paris, Delamare à Landelles, Henriet à Paris, Schmoll à Paris, Lamoulinette à Soulignonne, Bellot à Cognac, Herman-Seyba à Coro, etc.

Nous engageons, de nouveau, tous nos lecteurs, sans exception, à s'intéresser à ces frémissements superficiels de notre globe et nous recevrons avec reconnaissance toutes les communications ayant trait à ce sujet : observations originales, extraits des journaux, etc. Il est important de *bien préciser les dates* : année, mois, jour et heure, et d'indiquer les localités sans ambiguïté. La direction et l'intensité de la secousse devront également être notées avec autant de soin que possible.

TREMBLEMENTS DE TERRE RESSENTIS EN 1885.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
1885 1 Janv.	matin.	Malaga, Cordoue, Grenade.	Secousses et bruits souterrains.
1 »		Torrox.	Secousses et bruits souterrains. Église enfouie à Albunuelas (Grenade).
2 »	9h12m soir.	Washington.	Secousses, de 10 à 12, avec grondement.
2 »		En mer. Lat. 1°10′ N. Long. 24° O.	Barque « *Filadelphia* » capitaine Poldrugo. Une secousse E.-O.
2 »	minuit.	Neya (Malaga).	Deux fortes secousses. Éboulement d'une partie de la ville.
3 »		Espagne.	Secousses à Algarrobo, Comares, Casabermeja, Canillas. Formation d'un cratère et d'un puits d'eau chaude dans la province de Valence.
4 »		Périana (Espagne).	Nouvelle secousse.
4 »		Styrie méridionale.	Tremblement de terre.
5 »	3h matin.	Chambéry, Suse.	Une secousse.
5 »	5h50m matin.	Hautes-Alpes, etc.	Secousses à Savines, Embrun, Marseille, Velletri, Rome.
5 »	6h soir.	Malaga.	Forte secousse, avec bruit souterrain Grande agitation de la mer. Secousses à Loja, Motril, Cartama.
6 »	5h48m soir.	Espagne.	Fortes secousses à Grenade, Neya, Torrox, Frigliora.
6 »		Worthing (Angleterre).	Légères secousses.
7 »	matin.	Loja (Grenade).	Secousses.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
8 Janv.	nuit.	Grenade, Alhama, Torrox.	Trois secousses, bruits souterrains. Secousses à Malaga.
8 »	soir.	Roumélie (Sud-Est.)	Tremblement de terre.
9 »	matin.	Espagne.	Assez forte secousse à Màlaga. Oscillations à Friziliana.
10 »	avant midi.	Loja (Espagne).	Légère secousse. Faibles secousses à Velez. Secousses à Albunecar (Grenade).
12 »		Albunecar (Grenade).	Les secousses continuent.
12 »	4h matin.	Hjorring (Jutland, Danemark).	Fortes secousses, baromètre très bas le 11.
13 »	2h matin.	Sud-Oranais.	Secousses à Sebdou.
13 »		Sibérie orientale.	Secousses assez fortes à Irkoutsk.
14 »		Espagne.	Les chaînes du Téjéda sont bouleversées.
14 »		id.	Secousses à Canillas de Aceituno (Malaga). Faibles à Nerja, Torrox, Algarrobo.
15 »	6h soir.	Jutland.	Oscillations à Véjen, frontière dano-allem.
16 »		Grenade.	Plusieurs fortes secousses.
17 »		Espagne.	Plusieurs fortes secousses à Motril. Frigliana détruit.
17 »	5h53m matin.	Chio.	Fortes secousses à 5h53m mat. et 5h59m mat. A 8h soir secousse légère.
18 »	nuit.	Leden (près de Colchester).	Une secousse.
18 »	2h matin.	Contoocook (New-Hampshire. États-Unis).	Choc sec et violent senti dans toute la région.
18 »	8h matin.	Wilmington. (N. Caroline. États-Unis.)	Choc avec trépidation des meubles.
20 »		Espagne.	Secousses à Torrox et aux environs de Pégio où s'est produit un affaissement de 5 mèt.
20 »	nuit.	Jutland.	Deux secousses à Aartuis.
21 »		Espagne.	Secousses à Malaga, Velez, Loja, Albunecar.
21 »	minuit.	Enveda (Glarus Suisse).	Une secousse entre minuit et une heure.
21 »		Islande.	Violent tremblement de terre à Keldulsverfi.
21 »		Yania (Lattaquié).	Une légère secousse.
22 »		Espagne.	Velez, Malaga, Loja, Albunecar, Périana, secousses.
22 »	soir.	Somersetshire (Angleterre).	Bruits souterrains et vibrations à Bampton, Tiverton, etc., entre 8h30m et 9h du soir.
22 »		Asie mineure.	Konia, 3 secousses. Yania, une oscillation la nuit. Secousses à Chio, les trépidations senties jusqu'à Kardamilas.
24 »		Malaga.	Une faible secousse.
25 »		Sierra-Tejeda.	Secousses de plus en plus faibles. Faible secousse à Malaga.
25 »	9h soir.	San-Remo.	Secousse ressentie sur tout le littoral de la rivière de San Remo.
26 »		San Francisco et Californie.	Deux fortes secousses sans dégâts.
27 »	3h30m matin.	Flers-en-Escrebieux (Nord).	Trois secousses assez fortes.
27 »	4h soir.	Valparaiso.	Secousse forte et prolongée.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
27 Janv.		Espagne.	Secousses dans la Sierra-Tejeda, contins province Grenade et Malaga, ainsi qu'à Alhama, Fornes et Arenas.
29 »		Motril (Espagne).	Secousses, écroulement du clocher.
30 »		Sétif et M'sila.	Secousses E.-O. 8 maisons écroulées à M'sila.
1 Fév.	4h37m soir.	Calvados et Manche.	Secousses et bruits souterrains à Villers-Bocage, Landelle, Caen, Anctonville, Balleroy, Caumont, Livry. Direction S.-O. au N.-E.
2 »	3h soir.	Caen.	Légère secousse de 2 ou 3 secondes avec un bruit souterrain.
4 »		Portugal.	Secousses en divers points du pays.
5 »		Banera (Alicante).	Légères secousses et bruit souterrain.
5 »		Witgeville (Virginia).	Forte secousse précédée d'un grondement souterrain.
5 »	6h30m soir.	Soulignonne.	5 ou 6 petites secousses S.-O. à N.-E. accompagnées d'un bruit analogue au roulement d'une lourde voiture.
6 »	6h30m soir.	Charente-Inférieure.	Plusieurs secousses assez fortes dans la Charente-Inférieure, à Saintes, aux Arciveaux, à Lormont, à St-Jean d'Angély, à Rochefort, à Angoulême, à Cognac.
6 »		Tambril (Andalousie).	2 fortes secousses; trois maisons éboulées.
11 »		Chaîne de Tejeda.	Les secousses continuent.
12 »		Torre del Campo.	Secousses; écroulement de l'église et de l'hôpital.
14 »		Valparaiso.	Très forte secousse.
14-15 »	nuit.	Grenade Velez.	Secousses.
15 »	10h soir.	Vallée de l'Isère.	Fortes secousses dans la vallée de l'Isère: légères à Chambéry.
17 »		Moughla (Aïdin). Archipel (Mer Égée), etc.	Trépidations dans la région de Smyrne et de Chio. A Tchesme violente secousse avec contre coup à Chio. Forte secousse en Grèce, accompagnée de bruits souterrains.
19 »		Grenade, Malaga.	Deux fortes secousses.
20 »		Loja, Alhama.	Plusieurs secousses. Une partie d'une montagne voisine d'Alhama s'écroule sur Bæna.
26 »	5h30m soir.	San Carlos (O. Vénézuéla).	Assez forte secousse.
26 »		Italie (Nord).	Tremblement sensible. Centres au Monte Baldo et dans les Apennins près Modane.
1 Mars.	7h soir.	Brousse.	Secousse à Brousse et aux environs.
5 »	5h matin.	Zurich.	Secousse.
10 »	8h soir.	Vénézuéla (Occidentale).	Secousse ressentie à Maracaïbo, Barquisimoto, Bocono, Mérida.
15 »		Konia.	Une forte secousse.
17 »	7h matin.	Thurgovie (Suisse).	Une secousse.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
21 Mars.		Islande.	On annonce des tremblements de terre dans les environs de Husavik (prov. du Nord) depuis le 2 Novembre 1884 (secousse très violente). Courts intervalles.
23 »		Salonique.	Légère secousse.
24 »	1ʰ matin.	Athènes.	Une forte secousse.
24 »	3ʰ matin.	Panama.	Trois fortes secousses.
25 »		Malaga.	Tremblement de terre.
25 »		Janina.	Une forte secousse.
26 »	9ʰ soir.	Capatarida (Vénézuéla Occident).	id.
28 »		Lourdes.	Trépidation O.-E. durant 3 secondes et précédée d'un grondement souterrain.
28 »	soir.	Grèce.	Légère secousse au Pirée, à Corinthe, à Argos, à Zanthe, à Nauplie, à Tripolitza, à Missolonghi. Plus forte à Patmos et à Calamatra. Plusieurs maisons écroulées.
29 »		Péloponèse.	Légère secousse, ainsi qu'à la Canée et en l'île de Candie.
6 Avril.	2ʰ matin.	Vévey (Suisse).	Secousse.
10 »	midi.	Suisse.	Plusieurs secousses successives dans différentes villes de la Suisse.
11 »	9ʰ30ᵐ soir.	Valparaiso.	Une forte secousse.
12 »		Archena et Motril.	Secousses. — A Velez, 4 secousses violentes, trois maisons écroulées.
13 »	9ʰ à 10ʰ matin.	Neufchâtel.	Une secousse aussi entre 1ʰ et 2ʰ après midi.
13 »	midi.	Berne.	Plusieurs secousses dans différentes villes de la Suisse. Secousse principale à 11ʰ23ᵐ. Centre sismique Berne. Intensité 8.
13 »	3ʰ55ᵐ soir.	Lausanne, Genève.	Une secousse.
16 »	4ʰ soir.	Caracas (Vénézuela).	Assez forte secousse suivie d'une autre à 5ʰ49ᵐ.
17 »		Namangan (Ferghana, Russie).	Forte secousse.
19 »	5ʰ55ᵐ soir.	Chio, Chypre.	Légère secousse à Chio. Plusieurs secousses à Chypre.
21 »	7ʰ30ᵐ soir.	Smyrne.	Assez forte secousse. Trépidations à Cordchio, Pétrota, Bournabat. Rien à Vourla, Tchesme et Chio.
22 »	soir.	Poltana (Huesca, Espagne).	Tremblement de terre. Terrain 75ᵐ × 20ᵐ crevassé. Dégagement de gaz.
24 »		Fohia et environs.	Une forte secousse.
26 »	4ʰ32ᵐ matin.	Yvorne (Vaud).	Secousse.
27 »	11ʰ30ᵐ matin.	Soulignonne, Royan, Saintes.	Fort tremblement de terre avec orage.
27 »	10ʰ matin.	Caracas.	Très forte secousse suivie d'une moins forte à 10ʰ20ᵐ.
28 »		Ken de Nūgata.	Tremblement de terre à Hayagawatani.
28 »	5ʰ matin.	Caracas.	Légère secousse.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
30 Avril.	nuit.	Styrie etc.	Secousses à Kindberg (Styrie), Vienne, basse et haute Autriche, Salzbourg, Ischl, Wartberg, Gratz.
1 Mai.	1h11m matin.	Sion (Valais).	Une secousse.
2 »	7h soir.	Vésuve.	Ouverture d'une nouvelle bouche.
4 »		id.	Éruption du volcan.
4 »	matin.	Batavia, Tangerang.	Tremblement de terre; direction Est-Ouest. Éruption du Smeroë.
5 »	7h25m.	Toulon.	Secousse durant 3 secondes E.-O.
5 »	matin.	Batavia.	Tremblement de terre E.-O senti six heures plus tard à Tangerang.
8 »	5h.	Valparaiso	2 secousses très sensibles. A 7h du soir, secousse moins forte.
14 »		Malaga.	Légère secousse.
20 »	1h30m matin.	Wartberg, Kindberg (Autriche).	Un choc.
25 »		Truchstersheim. (près Strasbourg).	Effondrement d'une vigne. Bruit de canon. Le terrain, sur 30m, est remplacé par un trou rempli d'eau bouillonnante.
25 »		Nouvelle-Colombie.	Forte secousse à Bogota, à Popayan, à Cali. S. à N.
26 »	7h15m soir.	Smyrne.	Une secousse.
27 »	0h53m matin.	Lausanne.	id.
31 »		Cachemire.	50 victimes du tremblement de terre de Sinagur.
3 Juin.		Chypre.	Violente agitation du sol. Direction N.-S.
8 »		Tchesme.	Une forte secousse.
8 »		Caucase-Oriental.	Tremblements de terre. Sikuch (au N.-O. de Derbent) englouti. Toute la région crevassée. Plusieurs millions de roubles de dommages.
13 »	5h matin.	Berne.	Très légère secousse. La secousse a été violente à Neufchatel, aux Brenets, à Colombier, légère à Lausanne et sur les bords du lac Léman.
13 »	9h à 10h soir.	Bienne.	Une secousse.
13 »		Cachemire	Huit à dix secousses par jour.
14 »		id.	Choc à Skardo.
16 »		id.	Plus de 2000 victimes des tremblements de terre.
17 »		id.	Tous les bâtiments détruits à Baramuela. Choc à Sinagur, et le 18.
18 »	10h50m matin.	York.	Tremblement de plusieurs secondes.
18 »	1h matin.	Argyleshire.	Choc à Ballachulis (Glencœ) direction S.-E.
19 »	5h52m soir.	Valparaiso.	Une secousse.
19 »		Sinagur (Cachemire).	Une secousse.
20 »	5h10m matin.	Genève.	Deux secousses. Ressenties dans les cantons de Neufchâtel, Berne, Vaud-Fribourg.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
21 Juin.	8h soir.	Vourla.	Une forte secousse accompagnée de bruits souterrains, suivie de 15 autres, jusqu'à 5h matin. Cinq assez fortes. Direction O.-E.
21 »		Détroit de la Sonde.	Éruption du mont Raun.
22 »	12h38m matin.	Smyrne.	Une forte secousse suivie 1h 15m après d'une seconde trépidation beaucoup plus légère. A 5h 40m une troisième oscillation a été ressentie et le même jour à 3h55m soir une quatrième secousse précédée d'un bruit souterrain a eu lieu. Secousses à Chio, Tschesme, Fouhies et l'île Longue.
22 »	7h26m matin.	Neufchâtel.	Secousses à 7h26m matin et à 8h30m. Cette dernière aussi signalée à Yverdun, Payerne, Boudry.
23 »	2h30m soir.	id.	Une secousse. Secousse à Cudrefin à 0h35m matin et Saint-Imier à 11h matin.
24 »	4h55m matin.	Valparaiso.	Choc de tremblement de terre.
24 »	9h20m matin.	Yverdun.	Une secousse.
24 »	midi 54m.	Douai.	Secousse assez forte et prolongée. Sentie aussi à Dorignies et Flers.
24-25 »		Cachemire.	Continuation des tremblements de terre.
26 »		Malaga.	Légère secousse.
26 »	5h17m matin.	Berne.	Secousse assez forte en deux oscillations; ressentie à Genève, Lausanne, Vevey, Neufchâtel, Chaux-de-Fonds, Locle, etc. Durée 5 à 6 secondes; direction SS.-E. NN.-O.
28 »	5h soir.	Metelin.	Tremblement de terre.
28 »	nuit.	Kopremitz (Styrie).	Un choc.
29 »	matin.	id.	Deux chocs qui renversent plusieurs maisons.
30 »	matin.	Salonique.	Tremblement de terre durant 2 secondes.
1 Juill.		Carlisle (Angleterre).	Forte secousse dans la région du lac. Bruit souterrain. Vive alarme à Grasmere et Ambleside.
3 »	12h10m.	Chio	Tremblement de terre assez fort avec grondement, ressenti aussi à Syera.
5 »	9h38m soir.	id.	Forte secousse. Bruit souterrain.
5 »	11h30m soir.	Caracas.	Secousse faible et prolongée. N.-O. à S.-O.
8 »		Détroit de la Sonde.	Éruption du mont Smero. Aussi le 9.
17 »		Césarée.	Dix secousses consécutives. Deux maisons écroulées.
19 »		Serajévo.	Violente secousse durant 4 secondes. Bruit souterrain. La rivière de Milatcka cesse de couler.
22 »	2h25m matin.	Vernoe Russie).	Plusieurs secousses jusqu'à 4h m. Pishpeck, Belovodsk, Karalbaty détruits. Dans les montagnes, un grand nombre de Kirghizes tués. Environ 500 victimes. 4000 bestiaux.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
22 Juill.	2h matin.	Sainte-Croix-de-Ténériffe.	Fort tremblement de terre. Une secousse à Ténériffe.
23 »		Cotopaxi.	Éruption du volcan. Cent maisons détruites.
23 »	11h50m soir.	Caracas.	Secousse brève et faible.
24 »		Nicolosi (Sicile).	Légère secousse.
25 »	8h5m matin.	id.	Une forte secousse.
25 »	1h soir.	Antilles.	Secousse à la Guadeloupe et à Antigua.
25 »		Runpur (Bengal).	Trois chocs. — Un village englouti.
26 »	9h.	Nicolosi.	Une ondulation.
27 »	8h40m soir.	Sfax.	Deux secousses. A 8h40m et 8h50m.
27 »		Nicolosi.	Une faible secousse.
28 »	9h30m soir.	Caracas. La Guaira.	Secousse assez forte et prolongée. N. à S.
29 »	12h10m soir.	id.	Secousse de courte durée, assez forte. E. à O.
30 »		Biancaville et Bront.	Tremblements de terre.
30 »		Smyrne.	Une secousse suivie de plusieurs autres plus légères.
30 »		Motril.	Un choc dans l'après-midi.
3 Août.	après-midi.	Constantinople.	Léger tremblement de terre.
4 »		Namanjan (Ferghana, Russie).	Fortes secousses. Plusieurs secousses pendant l'été.
5 »		Albunuelas (Espagne).	Tremblement de terre causant vive panique.
5 »	5h soir.	Los Teques (Sud de Caracas).	Faible secousse.
6 »		Calames et Messine (Grèce).	Une forte secousse.
7 »	4h30m soir.	Carupano (Vénézuéla O.).	Deux légères secousses.
15 »		Grenade.	Secousse assez forte pour ébranler les maisons.
16 »	7h23m soir.	Orléans.	Tremblement de terre assez fort, bruit comme explosion; ressenti jusqu'à Paris, comme on le voit ci-dessous.
16 »	7h23m soir.	Les Lilas (Seine).	Léger trembl. de terre durant 2 secondes; direction E.-N.-E. O.-S.-O.
19 »	soir.	Placencia Viscaye.	Cinq fortes oscillations.
24 »	2h25m matin.	Caracas.	Une assez forte secousse.
25 »		Grèce.	De nombreux tremblements de terre se sont fait ressentir dans divers endroits. Beaucoup de maisons lézardées à Skiathos et Khalkis.
26 »		Palinas (Grande Canarie).	Tremblement de terre. Pas de dégâts.
2 Sept.	9h soir.	Tenès (Algérie).	Secousse durant 3 secondes. Quelques dégâts.
7 »	12h30m.	Salonique.	Tremblement de terre de 2 secondes, NO-SE.
7 »	2h matin.	Constantine.	Une secousse. Choc vertical.
8 »	6h soir.	Tenès.	Tremblement de terre. Pas de dégâts.
9 »	11h15m.	Chio.	Forte secousse accompagnée d'un bruit souterrain prolongé.
10 »		Tenès.	Deux nouvelles secousses.
12 »	1h soir.	Aïdin.	Une forte secousse.
18 »		Naples.	id.
21 »		Benevento.	On signale plusieurs chocs.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations.
22 Sept.	12h 10m soir.	Obispos (Vénézuéla).	Une forte secousse.
25 »		Nicolosi.	Plusieurs maisons renversées.
26 »	0h 58m matin.	Valais, Simmenthal.	Deux ou trois oscillations ressenties jusqu'à Genève et à Nidau 0h 53m.
26 »		Nicolorigue (Sicile).	Violent tremblement de terre.
26 »		Canée (Crète).	Une légère secousse.
28 »	matin.	Mérida (Vénézuéla Occident.).	Trois faibles secousses à 4h, 5h et 9h matin.
28 »		Denisli (Aïdin).	Une forte secousse.
2 Oct.	3h 30m matin.	Nicolosi (Sicile).	Secousses violentes avec dégâts.
4 »		San Miguel (Vénézuéla Orient).	Forte secousse.
9 »	9h 10m soir.	Ile de Lis (Sovuda Suède).	Deux fortes secousses O.-E.
11 »	soir.	Iles Tonga (Polynésie).	Plusieurs chocs légers, précurseurs d'une éruption sous-marine et de la formation d'une nouvelle île (100m de long) à 280km sud-ouest d'Ogéa. L'éruption continue jusqu'au 17.
13 »	7h 30m matin.	Grenade et environs.	Longue trépidation. Bruit souterrain.
15 »	matin.	Palerme.	Une secousse. 4 morts, 8 blessés. Dégâts considérables.
19 »	6h soir.	Ramsjö (Sund).	Secousse légère E.-O. durant quelques secondes.
26 »		Vence (Alpes Maritimes).	Deux oscillations pendant ouragan.
27 »	nuit.	Kindjé (Kavahissar Turquie d'Asie).	Une forte secousse; 8 maisons détruites; les secousses continuent.
29 »		Sparta (Asie Mineure).	Destruction de Sparta.
30 »	nuit.	Denisli (Aïdin).	Plusieurs fortes secousses.
11 Nov.	7h soir.	Contrexéville.	Une secousse de tremblement de terre.
13 »		Denisli (Aïdin).	Tremblements continuels pendant plusieurs jours. Secousses légères mais fréquentes précédées de bruits souterrains.
14 »	11h 30m soir.	Antilles.	Très fortes secousses aux îles Trinité, Grenade et St-Vincent, à 11h 30m et 11h 50m soir.
14 »	6h 30m matin.	Constantinople.	Légère secousse; oscillations S.-O. à N.-E.; durée 2 à 3 secondes.
15 »	2h 13m matin.	Suisse.	Secousse à Sion, Gryon, Ollon.
16 »	nuit.	Vésuve.	Forte éruption sur le versant oriental.
17 »	9h soir.	Bethesca. (Bassoutos. Afrique Sud.)	Un choc.
18 »	9h 25m soir.	Chevroux.	Une secousse sur la rive S.-E. du lac de Neufchâtel.
19 »		Barquisimito (Vénézuéla Occ.).	Deux faibles secousses avec bruits souterrains.
19 »	soir.	San Francisco.	Plusieurs vagues séismiques du Pacifique entre 1h et 8h soir, à des intervalles de 35 minutes.
20 »	matin.	Rouen.	Secousses accompagnées d'un fort bruit souterrain.

Dates.	Heures.	Localités.	Observations
20 Nov.	matin.	Rome.	Plusieurs secousses avec bruit souterrain.
20 »	5^h45^m matin.	Gondo (Simplon).	
		Domo d'Ossola.	Secousses à 5^h45^m et 6^h10^m matin. La dernière ressentie aussi à Neufchâtel, Colombier. Payerne.
22 »	6^h matin.	Amatitlan (Guatémala).	Fortes secousses avec destruction de maisons.
22 »		Alhama.	Deux secousses; ressenties aussi à Leiza et Zubiela.
26 »	8^h10^m soir.	Colombier (Neufchâtel).	Une secousse.
2 Déc.		Kavahissar et environs.	Violente secousse d'une durée assez considérable. Une crevasse de 10^m à 12^m par $1^m,50$ de large près de Keniz.
2 »	5^h matin.	Menthey, Aigle (bas Valais).	Une secousse.
3 »	8^h23^m matin.	Hussein Dey (Algérie).	Premier choc de tremblement de terre.
3 »	8^h25^m soir.	Alger.	Secousse de 2 secondes N.-S. — Secousse formidable quelques secondes après à M'sila.
4 »		Algérie.	Secousses en Algérie. Choc très violent à M'sila, 3^h matin.
5 »	2^h matin.	M'sila.	Secousse terrible.
6 »	soir.	id.	Secousse à 1^h45^m et 3^h40^m soir. A la même heure secousse très violente à Bordj-bou-Arreridj.
6 »	4^h matin.	Lausanne.	Une secousse.
7 »	8^h45^m soir.	Bonie.	Tremblements de terre à Zepce, Zenica, Traonik.
8 »	nuit.	M'sila.	Violente secousse.
11 »		id.	Secousse violente. Aussi à Bordj-bou-Arreridj.
12 »		id.	Violente secousse.
13 »	5^h matin.	Blidah.	Choc accompagné de bruit souterrain.
14 »		Hernani (province Guipuzcoa).	Léger tremblement de terre.
18 »		Amatitlau.	131 secousses. Amatitlau détruit. Secousses sur plusieurs autres points de l'Amérique Centrale. Grondements souterrains dans l'Équateur attribués à une éruption du Cotopaxi.
22 »		Leiza, Lesaca, Zubiela en Navarre.	Tremblement de terre. Secousses de 5 secondes à Zubiela.
24 »		Andoïn (province de Guipuzcoa).	Tremblement de terre; pas de dégâts.
25 »	matin.	Sétif.	Secousses à 9^h40^m et 11^h30^m du matin.
25-26 »		M'sila.	Secousses violentes.
27 »		Mexique.	Éruption du Colina, volcan de la côte du Pacifique.
29 »	11^h soir.	Venise.	Très violente secousse.
29 »	1^h30^m soir.	Ismidt (province Constantinople).	Légères oscillations O.-E.
31 »		Elverum et Loïten (Norvège).	Tremblement de terre en Norvège centrale.

Nous ne reviendrons pas sur les tremblements de terre d'Espagne qui ont causé tant de désastres à la fin de 1884 et au commencement de 1885, ce sujet ayant été traité avec détails par M. Flammarion dans la *Revue* de mars 1885.

Notre colonie d'Algérie a été fortement éprouvée par les terribles secousses du 3-4 décembre. M. C. Duprat nous a communiqué de nombreux détails sur ces phénomènes qui ont eu de terribles effets en plusieurs points de l'Algérie.

Dans le département d'Alger, à Bou-Saada, 72 maisons ont été écrasées à la secousse du 3 décembre. Pendant la même nuit, plusieurs autres secousses se sont fait sentir, notamment à 9^h, 9^h45, 11^h05 soir et 2^h55 matin; la direction des mouvements était N.E.-S.O. Des secousses ont été ressenties à Aumale, Djelfa, Boghari, Ksar, Médéah, Blidah, Menerville, Fort National, Orléansville, Boufarik, Maison Carrée, etc.

« C'est, sans contredit, à M'sila (Constantine), nous écrit M. C. Duprat, petit bourg qui compte à peine 150 habitants, que le phénomène a eu ses plus terribles effets. En quelques secondes, à 8^h30 du soir (le 3 décembre), les trois quarts des maisons du village se sont effondrées entraînant sous leurs décombres un nombre considérable de malheureux indigènes qu'elles abritaient. Il y a eu dix-sept secousses depuis 8^h30^m du soir jusqu'à 6^h30^m du matin. Une nouvelle secousse a eu lieu à 10^h du matin le 4 décembre. La population est affolée. Le 4, à 10^h30^m du matin, on avait déjà retiré 32 cadavres et 12 blessés; malheureusement beaucoup d'autres sont encore ensevelis. Les habitants campent sur les plateaux voisins, les maisons restées debout sont toutes lézardées. Le bordj de l'administrateur n'est plus qu'une ruine.

« A Sétif on a ressenti trois secousses très violentes à 8^h45^m du soir et de nouvelles secousses à 9^h5^m, 9^h10^m du soir, 3^h20^m et 5^h du matin. Les oscillations allaient du Sud au Nord. A la première secousse, la croix du clocher a été précipitée à terre, plusieurs maisons lézardées. »

A Biskra, Bougie, Mascara, la secousse de 8^h30^m a été également ressentie.

Dans la province de Cachemire les phénomènes sismologiques ont été plus terribles encore et ont pris des proportions gigantesques. Les tremblements de terre ont causé la mort de 3081 personnes; 25000 moutons et chèvres et 8000 bestiaux ont été tués.

Soixante-dix mille maisons se sont écroulées. Tels sont les chiffres officiels.

Revenons, pour un moment, à l'année 1884, pour citer une secousse en pleine mer qui a été notée à bord de deux navires. Le capitaine Ferrey, commandant le trois-mâts français *Jeanne*, a ressenti, le 22 décembre 1884, une secousse en pleine mer, par 34°40′ latitude Nord et 24°15′ longitude Ouest; il a été réveillé à 2^h40^m du matin par une trépidation générale imprimée à son navire. Dans l'intervalle de vingt-cinq secondes il a ressenti trois secousses distinctes; la seconde était tellement forte que la chaloupe « dansait » sur le pont; le timonier a également ressenti dans les bras des secousses que lui imprimait la roue du gouvernail.

Comparons ce récit avec celui du capitaine R.-J. Balderston à bord du *Belfast* : « Le 22 décembre, à 2^h50^m du matin, environ, le *Belfast* reçut une secousse

qui dura de 75 à 90 secondes. La position du navire était alors 34°34' latitude Nord, par 19°19' longitude Ouest. La trépidation fut accompagnée d'un grondement sourd. Le timonier a ressenti les secousses imprimées à la roue du gouvernail; la vaisselle et les menus objets des cabines ont été secoués. » Il s'agit évidemment là d'une même secousse qui s'est fait sentir à bord des deux navires. Les observations de MM. les capitaines Ferrey et Balderston se complètent l'une l'autre et sont du plus haut intérêt.

Grâce à l'obligeance de M. Georges Joubert, enseigne de vaisseau, nous pouvons donner ici la liste des tremblements de terre ressentis en Australie, Tasmanie et Nouvelle-Zélande, du 1er décembre 1883 au 1er décembre 1884.

1883. — 18 décembre, secousses nombreuses dans l'île milieu de la Nouvelle-Zélande.
24 décembre, secousse à Pérou (Australie Centrale).
1884. — 2 février, secousses dans le Nord de la Tasmanie.
14 février, assez fortes secousses aux îles Gabo (colonie de Victoria).
7 avril, secousses à Brighton (Tasmanie).
12 mai, à Hobart (Tasmanie) ainsi que le 24.
28 mai, à Launceston (Tasmanie).
25 juin, très fortes secousses à Orroroo (South Australia).
12 juillet, à Hobart.
14 juillet, à Jindinck (colonie de Victoria).
12 septembre, à Candelo (Nouvelle-Galles du Sud).
19 septembre, secousses ressenties à Port-Albert (Victoria), Bairnsdale (Victoria) et Sale (Victoria) ainsi qu'à Snow River.
9 octobre, secousse à l'île Guano, près des territoires du Nord.

M. Rookwood a fait le dénombrement des tremblements de terre qui ont été ressentis en Amérique (Nord et Sud) pendant l'année 1884. Ils se classent ainsi : Canada, 5; Nouvelle Angleterre, 9; États de l'Atlantique, 5; Vallée du Mississipi, 7; Côte du Pacifique, 21; Antilles, 2; Amérique centrale et Colombie, 3; Pérou, 2; Uruguay, 1. Ce qui fait un total de 54, le tremblement de terre du 10 août 1884 se trouvant compté deux fois.

Ajoutons quelques détails sur le tremblement de terre qui a jeté un si grand émoi dans l'Est de l'Angleterre le 22 avril 1884. Ce phénomène s'est fait sentir sur une superficie de plus de 125 000^{kmq}. Tout porte à croire que cette secousse est d'un type analogue à celui des trépidations fréquentes qui ont été si bien étudiées dans la plaine de Yedo. Ces mouvements sont essentiellement progressifs; ils débutent par une légère trépidation qui va en croissant jusqu'au choc destructeur et s'éteignent ensuite par degrés insensibles. A l'intérieur d'une aire de 130^{kmq}, environ, 1213 maisons, 20 églises et 11 chapelles furent endommagées. La ligne de plus forte secousse paraît s'étendre du N.E. au S.O., de Wivenhœ à Peldon. Le cours des eaux souterraines et le niveau des puits ont

subi l'influence de cette secousse en plusieurs endroits. Les trépidations ont été ressenties depuis le Cheshire jusqu'à Boulogne et Ostende.

Depuis trois ans seulement que nous avons commencé d'offrir à nos lecteurs un exposé général de tous les documents relatifs à l'instabilité du sol de notre planète, nous pouvons déjà remarquer que certaines régions sont spécialement affectées tandis que d'autres sont relativement calmes. Les mouvements du sol en Orient et en particulier en Asie Mineure sont très fréquents; il suffit de jeter les yeux sur le tableau précédent pour voir que les secousses sont fréquentes et souvent assez importantes. Les habitants de ces régions sont d'une insouciance singulière. Tout le monde se souvient de la terrible catastrophe de Chio, qui ensevelit 3650 victimes sous les décombres, le 3 avril 1881. Le nombre énorme des victimes tient surtout à la mauvaise disposition des constructions en Orient, où l'on a l'habitude de ne faire que des rues très étroites, ou plutôt des ruelles.

M. J. Henriet, ancien ingénieur des Ponts et Chaussées, auteur d'un intéressant mémoire sur les tremblements de terre de l'île de Chio, dit : « Les rues de la ville de Chio varient entre 2^m et 4^m au maximum; si elles eussent été larges de 10^m seulement, il n'y aurait pas eu un dixième des victimes, car les débris de maisons ne sont jamais projetés : la destruction se produit par affaissement. L'avarice et la cupidité des gens du pays est telle, qu'ils préfèrent avoir la menace perpétuelle d'un nouveau malheur que de perdre quelques mètres d'un chemin qui leur assurerait la sécurité. On pourrait croire que, après l'effondrement subit des maisons de l'île de Chio, les habitants construiraient mieux leurs maisons à l'avenir? Il n'en est rien. On bâtit aujourd'hui, comme autrefois, avec un mortier composé d'une boue grossière, sans la moindre préoccupation des tremblements futurs. Les secousses du 3 avril 1881, à Chio, quoique très fortes, n'étaient cependant pas de nature à renverser les maisons édifiées selon les coutumes européennes; la preuve en est, c'est que toutes les maisons solides de Chio ont parfaitement résisté aux mouvements du sol. »

Rappelons, en terminant, l'échelle Rossi-Forel adoptée par la Commission sismologique suisse :

I. — Secousse microsismométrique, notée par un seul sismographe, ou par des sismographes de même modèle, mais ne mettant pas en mouvement des sismographes de systèmes différents; secousse constatée par un observateur exercé.

II. — Secousse enregistrée par des sismographes de systèmes différents : constatée par un petit nombre de personnes au repos.

III. — Secousse constatée par plusieurs personnes au repos; assez forte pour que la durée ou la direction puissent être appréciées.

IV. — Secousse constatée par l'homme en activité; ébranlement des objets mobiles, des portes, des fenêtres, craquement des planchers.

V. — Secousse constatée généralement par toute la population; ébranlement des objets mobiliers, meubles et lits, tintements de quelques sonnettes.

VI. — Réveil général des dormeurs : tintement général des sonnettes, arrêt

des pendules; ébranlement apparent des arbres et arbustes. Quelques personnes effrayées sortent des habitations.

VII. — Renversement d'objets mobiles; chute des plâtras; tintement des cloches dans les églises; épouvante générale, sans dommages aux édifices.

VIII. — Chute des cheminées; lézardes aux murs des édifices.

IX. — Destruction partielle ou totale de quelques édifices.

X. — Grands désastres, ruines; bouleversement des couches terrestres; fentes à l'écorce de la terre, éboulement des montagnes.

C. DETAILLE.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

La comète Fabry pendant sa visibilité à l'œil nu. — Quoique cette comète n'ait pas été fort brillante, que son observation ait été rendue plus difficile par l'intensité du clair de lune (Pleine Lune le 18, Dernier Quartier le 26) ainsi que par l'heure (3^h du matin) à laquelle elle s'élevait un peu au-dessus de notre horizon, précédant de fort peu l'aurore, et qu'elle ait disparu précisément à la date de son plus grand éclat; cependant elle a été bien visible à l'œil nu pendant une semaine environ, et, à ce titre, nous devons en conserver ici un souvenir plus spécial.

La petite carte ci-dessous (*fig.* 78) a été construite d'après les dessins et les observations de MM. Flammarion, à Paris; Guillaume, à Péronnas (Ain); Rengel, à Lyon; Ginieis, à Saint-Pons (Hérault); Baër, à Caen; Blot, à Clermont, etc. Le noyau de la comète est descendu au-dessous de l'horizon de Paris le 26, pour ne plus reparaître. Nous n'avons aucune observation du 27, sauf celle de la queue, observée par M. Backhouse, en Angleterre, lorsque le noyau était déjà loin au-dessous de l'horizon.

Il eût été difficile de réunir des conditions d'observation plus défavorables. Si la comète avait été visible de dix heures du soir à minuit, elle n'eût pas manqué d'être remarquée par tout le monde, tandis qu'elle a passé pour ainsi dire inaperçue.

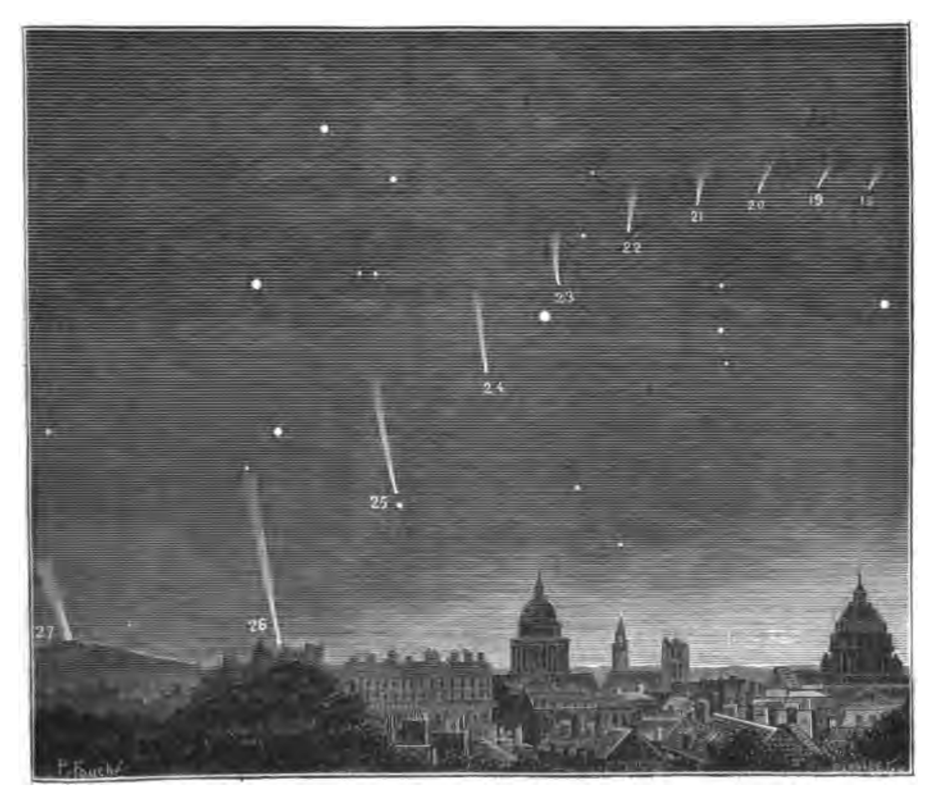
Son spectre a été étudié à l'observatoire d'Alger par M. Trépied, à l'observatoire de Nice, par MM. Perrotin et Thollon; à l'observatoire de Bordeaux, par M. Rayet. Il a offert les trois bandes ordinaires, communes aux comètes et aux hydrocarbures. D'après l'aspect de ce spectre, M. Trépied conclut que la proportion de lumière solaire réfléchie était faible et que la comète brillait elle-même d'un éclat assez intense. C'est aussi le caractère que présenta l'année dernière la comète d'Encke. Ces observations paraissent conduire à cette conclusion que, d'une part, il y a dans la comète Fabry, comme dans la comète d'Encke, prédominance des éléments gazeux, et que, d'autre part, l'éclat relatif du noyau d'une comète n'est pas nécessairement en rapport avec le degré de condensation de la matière cométaire.

L'éclat de la comète a offert à peu près la progression suivante :

10 avril.....	5,8	3°	22 avril.....	4,4	8°
14 —	5,4	4	23 —	4,2	9
18 —	5,1	5	24 —	3,9	11
20 —	4,8	6	25 —	3,5	14
21 —	4,6	7	26 —	3,0	18

La comète plane maintenant sur l'hémisphère austral. Le 1er mai, elle a été

Fig. 78.



Aspect de la comète Fabry pendant sa visibilité à l'œil nu.

observée du cap de Bonne-Espérance, par M. Gill. Elle s'éloigne désormais de la Terre, pour, sans doute, ne plus revenir.

Magnifique halo solaire. — Un magnifique halo solaire a été observé le 3 mai dernier dans tout le nord de la France, rappelant par sa complexité et sa beauté les phénomènes météorologiques que les anciens avaient coutume de relater et de conserver dans leurs chroniques sous le titre de prodiges. Nous en avons reçu un grand nombre de relations, parmi lesquelles nous devons signaler particulièrement celles de M. Vimont, à Argentan; Conil, à Troyes; Duménil, à Yébleron (Seine-Inférieure); Saffroy, à La Neuve-Lyre (Eure). M. Renou l'a observé du parc Saint-Maur, près de Paris; M. G. Raymond, de Paris; M. Paul Garnier, de Boulogne-sur-Seine; M. Albert Cheux, d'Angers; M. Maze, d'Harfleur; M. Quesnot,

de Vignats (Calvados) et d'autres observateurs le signalent également d'Orléans, du Mans, d'Auxerre, de Vendôme, de Limoges, de Cambrai, de plusieurs villes de Belgique, etc., etc.

Nos lecteurs savent que ce curieux phénomène est dû à la *réfraction* des rayons solaires ayant à traverser une brume semi-transparente, composée de *fines particules d'eau glacée*. Il est rare que les halos soient à la fois aussi brillants et aussi riches que celui-ci, et visibles d'une aussi vaste étendue de pays. Il a fallu pour cela que les hauteurs de l'atmosphère fussent dans la même condition sur tout le nord et le centre de la France, car chaque observateur voit son halo, comme chacun voit son arc-en-ciel. Sans nos yeux, ces phénomènes n'existeraient pas.

Ce halo remarquable a réuni, pour ainsi dire, suivant les lieux et les heures, tous les aspects caractéristiques décrits dans les traités de Météorologie. A Yébleron, M. Duménil l'a observé depuis 5^h du matin jusqu'à $12^h 15^m$; à Argentan, M. Vimont l'a observé de 7^h du matin jusqu'à $12^h 45^m$; à Angers, M. Cheux l'a observé de $7^h 30^m$ à $11^h 5^m$. On a constaté : 1° le halo ordinaire de 22° de rayon autour du Soleil, offrant les vives couleurs de l'arc-en-ciel, le rouge à l'intérieur (l'intérieur du cercle entre le halo et le Soleil était de teinte violacée blafarde); 2° le grand halo de 46°; 3° les deux parhélies ou faux-soleils situés horizontalement, de chaque côté du Soleil, sur le halo de 22°; 4° le cercle horizontal (blanc) passant par le Soleil et par la position de ces parhélies visibles ou non; 5° le halo circonscrit presque tangentiellement au halo de 22° (ce halo est une ellipse qui touche le premier halo en haut et en bas et s'en écarte à gauche et à droite, halo violet); 6° les arcs tangents infrà-latéraux du halo de 46° qui se montrent en bas, à gauche et à droite de la verticale passant par le Soleil; 7° un arc tangent inférieur au halo circonscrit; 8° un arc tangent supérieur à ce même halo. Cependant l'arc circumzénithal tangent au halo de 46° ne s'est pas produit.

Ceux d'entre nos lecteurs qui n'ont pas été témoins de ce beau phénomène se rendront compte de son aspect général par le dessin qui nous en a été adressé par notre laborieux collaborateur, M. Vimont, directeur de la Société scientifique Flammarion d'Argentan. On a, en face de soi, le Soleil, autour duquel se montre le petit halo de 22° et son halo elliptique circonscrit. Contigu à celui-ci, et au-dessous, se voient l'arc tangent (n° 7), et, plus bas, les deux halos circonscrits au halo (invisible d'ici) de 46°. Un cercle horizontal, faisant le tour de l'horizon, et passant par conséquent derrière l'observateur, est dessiné dans sa partie visible. (Certains journaux illustrés ont représenté ce cercle comme s'il était vu verticalement; c'est une erreur : il est horizontal et passe derrière l'observateur).

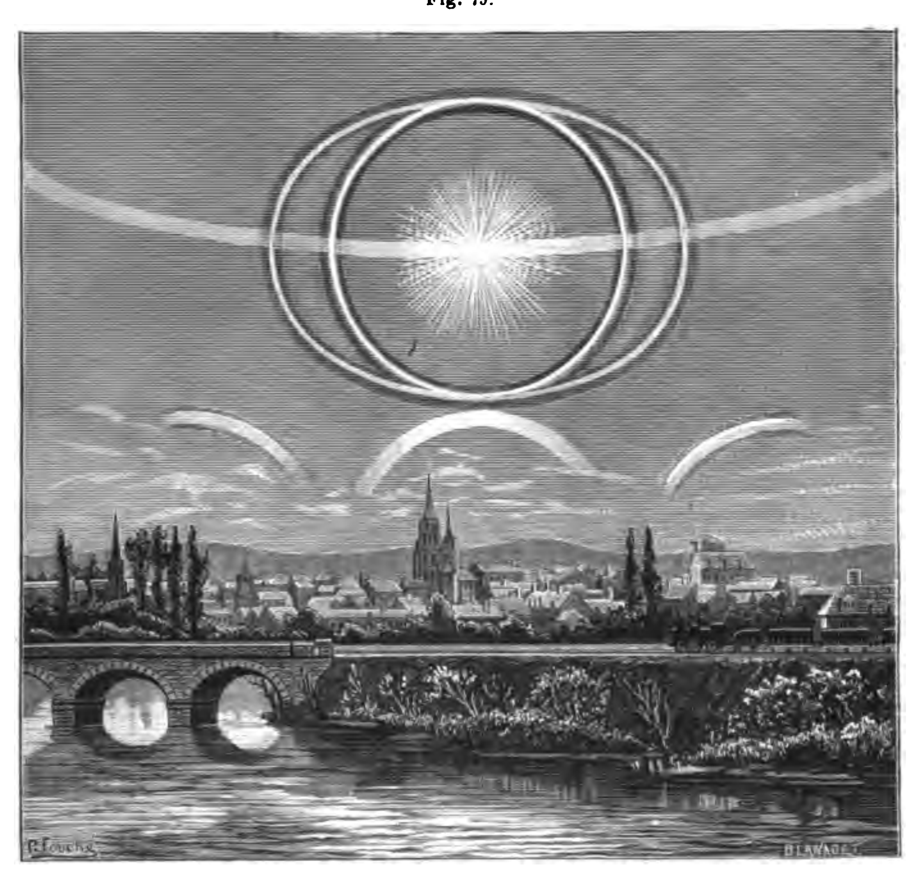
Si l'on voulait compléter ce dessin par les aspects observés ailleurs, il faudrait tracer, autour du premier halo de 22° de rayon, un second cercle du double environ (46°), comme l'ont observé M. Duménil à Yébleron et M. Cheux à Angers, et deux parhélies situés à gauche et à droite du halo de 22°, comme M. Duménil les a observés. Dans ce cas, on ne voyait que l'arc supérieur du halo circonscrit.

Le 8 mai, un autre halo a été vu de plusieurs points de la France du Nord

et de la Belgique. A Anvers, M. Schleusner a même réussi à en prendre une très belle photographie. Le halo de 46° a impressionné la plaque en une exposition presque instantanée ($\frac{1}{25}$ de seconde), pose toutefois trop longue pour le Soleil, dont l'image renversée est venue noire comme dans une éclipse. La région voisine du Soleil offre un éclat remarquable.

Ces phénomènes n'ont pas été sans causer une assez vive émotion dans les

Fig. 79.



Le halo solaire du 3 mai observé à Argentan (Orne), d'après le croquis de M. Vimont.

rangs populaires, notamment en Basse-Normandie : on les considérait unanimement comme annonçant quelque catastrophe politique prochaine. Cependant tout le monde doit savoir aujourd'hui que les hommes ne peuvent s'en prendre qu'à eux-mêmes de ce qui arrive dans les événements de l'histoire contemporaine et qu'en général on récolte ce qu'on a semé.

Une pendule astronomique. — On a souvent essayé de représenter par des appareils cosmographiques la position de la Terre dans l'espace, l'inclinaison de son axe, son mouvement de rotation diurne, et même son mouvement de translation annuelle autour du Soleil et la succession des saisons qui en dépend. Mais

la reproduction de ces mouvements simultanés n'a été obtenue jusqu'à présent que sur une grande échelle, par des appareils qui peuvent trouver leur place dans un musée ou dans un parloir, mais qu'il serait assurément difficile de loger dans nos appartements, sur une table ou sur une cheminée. Ce sont d'ailleurs des mécanismes coûteux, dont le but est de servir de démonstration de temps à autre, et qui ne marchent pas constamment eux-mêmes sous les yeux du spectateur.

Pour toute personne qui s'intéresse à l'Astronomie, ou simplement à la Cosmographie, ou, plus simplement encore, pour toute personne qui aime à se rendre compte de la réalité et qui juge utile de savoir comment la Terre où nous sommes est placée dans l'espace, comment elle se meut, et comment par ses mouvements elle nous donne les années, les saisons et les jours, le desideratum serait de reproduire l'ensemble de ses mouvements sur une sphère terrestre détaillée, marchant d'elle-même, et remplaçant avantageusement ces pendules vulgaires dont les sujets décoratifs sont devenus d'une banalité proverbiale.

Or, c'est précisément le travail qui a été mené à bonne fin par un laborieux inventeur, qui a consacré toute sa vie et sa fortune à la réalisation de cette grande idée, et qui s'est éteint misérablement dans une mansarde solitaire, la veille du jour où ses persévérants efforts allaient recevoir la récompense si légitimement due à toute une vie de labeur et d'abnégation.

M. Mouret communique à sa sphère la vie astronomique de notre globe à l'aide d'un mécanisme d'horlogerie qui imprime de seconde en seconde, à chaque coup de balancier, le double mouvement de rotation et de translation. Ce globe tourne en vingt-quatre heures sur lui-même, et l'on voit insensiblement passer devant soi toutes les parties du monde, qui prennent successivement devant le Soleil la place qu'elles occupent en réalité. Ce n'est pas l'un des moindres intérêts de cette pendule astronomique d'y remarquer, dans le simple intervalle du commencement à la fin d'un déjeuner ou d'un dîner, le déplacement qui s'est opéré pour tous les peuples : ici, sur le méridien central, tous ces pays ont midi; là, à gauche, près du cercle qui limite l'hémisphère éclairé et l'hémisphère obscur, le Soleil se lève et la journée commence; là, au contraire, à droite, le Soleil se couche et la journée finit... Tiens! voilà l'océan Pacifique immense, en pleine lumière, tandis que presque tous les continents sont en ce moment dans la nuit et dans le sommeil... Ah! voilà les Chinois qui arrivent et qui ouvrent le cercle lumineux de l'Asie et de l'Europe, comme ils l'ont ouvert aux origines de l'histoire.

Voulant faire une pendule et ne pouvant, par conséquent, faire changer la Terre de place de jour en jour, comme elle le fait en réalité, l'inventeur a très ingénieusement reproduit le mouvement de déclinaison du Soleil qui en résulte, en faisant décrire un double cône à l'axe du monde. Aux équinoxes, les deux pôles sont sur un plan vertical, la Terre tourne dans ce plan, et le jour est égal à la nuit dans tous les pays du monde; au solstice d'hiver, le pôle Nord ou supérieur est incliné en arrière de 23°28′, notre hémisphère est dans l'hiver, nous n'avons plus ici que huit heures de jour contre seize heures de nuit: six mois plus tard ce même pôle Nord s'est relevé et incliné vers le Soleil de la même quantité.

tandis que le pôle Sud s'est enfoncé dans la nuit : c'est l'été et la saison des longs jours pour notre hémisphère boréal, l'hiver et la saison des longues nuits pour l'hémisphère austral.

Un cadran vertical donne l'heure du lieu, et l'on peut à tout instant du jour et de la nuit constater l'heure de tous les pays du monde. Un cadran horizontal indique le jour du mois, et se meut chaque jour en correspondance avec le mouvement de translation de la Terre autour du Soleil, reproduit dans ses résultats à

Fig. 80.



Pendule cosmographique Mouret.

l'aide de l'artifice du double cône. Le spectateur qui regarde la pendule de face est censé tourner le dos au Soleil; comme le disait ce pauvre Mouret : « Je le suppose restant à cheval sur le rayon vecteur idéal mené à tout instant du Soleil à la Terre. »

Ajoutons que tous ces mouvements s'effectuent constamment d'eux-mêmes et sans qu'on ait besoin de toucher à la pendule, qui se remonte simplement comme toutes les autres. Par un surcroît d'attention, toutefois, l'inventeur a pris soin de rendre les mouvements de la sphère assez indépendants pour qu'on puisse, quand on le veut, se servir de cette sphère comme *appareil de démonstration* : on peut lui imprimer à la main, à l'aide de deux petites manivelles, les trois mouvements (rotation, translation et abaissement du pôle) sans déranger en rien l'horlogerie. Il suffit ensuite de remettre exactement la Terre à sa place: au jour et à l'heure.

L'inventeur est mort, mais son travail ne l'est pas. Les amis des sciences féliciteront M. Hénard d'avoir adopté cette belle œuvre, et de faire fabriquer actuellement, par centaines d'exemplaires, cette pendule astronomique, qui montre le vrai mouvement de notre planète au lieu d'en donner simplement l'image, et qui va se substituer, petit à petit, aux pendules banales de notre siècle.

Découverte de deux nouvelles comètes. — L'infatigable M. Brooks, de Phelps, New-York, a découvert deux nouvelles comètes à trois jours d'intervalle, la première le 27 avril, la seconde le 30.

La première offrait l'éclat d'une étoile de 8e à 9e grandeur, nébulosité vague avec une faible queue. L'éclat va en augmentant. Les observateurs en trouveront l'éphéméride à la correspondance. Elle serait fort intéressante à suivre : malheureusement, elle est dans le Taureau et au-dessous de notre horizon. Elle passera au périhélie le 7 juin.

La seconde était un peu plus brillante que la première; mais elle s'éloigne de nous, et son éclat va en diminuant. Nous en donnons aussi l'éphéméride : elle est sur notre horizon, dans la Girafe. Elle est passée au périhélie le 4 mai et s'enfuit rapidement.

Les comètes de 1885. — Les deux comètes que nous venons de signaler seront les comètes *a* et *b* de 1886. L'année 1885 aura fourni l'observation de six comètes, dont quatre nouvelles, *toutes télescopiques*, excepté la comète Fabry, qui a été quelque temps visible à l'œil nu (la comète Barnard a été visible à la jumelle du 1er au 10 mai). Il est intéressant de conserver la liste de ces comètes dans l'ordre de leur découverte.

Comète 1885, *a*. — Découverte le 7 juillet, par M. Barnard, à Nashville, Tennesse (États-Unis). Alors de 11e grandeur.
Comète 1885, *b*. — Comète de Tuttle, retrouvée le 8 août, à Nice, par M. Perrotin et Charlois. Alors de 12e grandeur.
Comète 1885, *c*. — Découverte le 31 août, par M. Brooks, à Phelps, New-York. Alors de 11e à 12e grandeur.
Comète 1885, *d*. — Découverte le 1er décembre, par M. Fabry, à l'Observatoire de Paris. Alors de 11e à 12e grandeur.
Comète 1885, *e*. — Découverte le 3 décembre, par M. Barnard. Alors de 12e grandeur.
Comète 1885, *f*. — Découverte le 27 décembre, par M. Brooks. Alors de 10e grandeur.

L'année 1886 se montrera peut-être aussi riche que la précédente. Les découvertes dépendent, comme on le voit, surtout du zèle des observateurs.

Découverte de cinq nouvelles petites planètes. — M. Palisa, l'intrépide astronome de Vienne, a découvert quatre nouvelles petites planètes pendant la même semaine, la 254e le 31 mars, la 255e le même soir, la 256e le 3 avril et la 257e le 5 avril. Il faut croire que la mine est inépuisable. M. Luther, à Dusseldorf, a découvert la 258e le 4 mai. Les quatre premières offraient l'éclat d'étoiles de 13e grandeur environ; la cinquième est plus brillante, de 11e grandeur.

Prince ami de la science et du progrès. — L'illustre empereur du Brésil ne laisse passer aucune circonstance de témoigner de son attachement envers la science, les savants et les apôtres du progrès. Tout récemment, il a voulu donner une marque de sa haute estime à notre éminent collaborateur M. Hirn, l'un des créateurs de la thermodynamique et l'un des philosophes les plus profonds de ce siècle, en lui adressant les insignes de la croix de commandeur de l'ordre de la Rose ; et, dans le même temps, apprenant la fondation de la Société scientifique Flammarion de Marseille, le même souverain s'inscrivait au nombre des membres bienfaiteurs, en offrant à la Bibliothèque de la Société un don de cinq cents francs. C'est avec bonheur que l'on enregistre de tels actes, bien significatifs en eux-mêmes. Les souverains éclairés donnent l'exemple aux retardataires de la féodalité. L'empereur du Brésil, le roi des Belges, le prince héréditaire de Monaco, témoignent par tous leurs actes qu'ils estiment la science et qu'ils la comprennent. On ne peut pas encore en penser autant de tous les princes.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 JUIN AU 15 JUILLET 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé, des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans *les Étoiles*.

La longueur des jours atteignant sa valeur maximum, ainsi que la durée du crépuscule, retardent considérablement l'heure des observations astronomiques. Les planètes *Mercure*, *Mars*, *Cérès*, *Pallas*, *Junon*, *Jupiter* et *Uranus* sont visibles le soir; *Vénus*, le matin. On voit que les principaux astres de notre système solaire sont observables durant la première moitié de la soirée. Ce sont là des circonstances excellentes pour les astronomes amateurs qui commencent l'étude détaillée du ciel à l'aide d'une bonne lunette astronomique.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

Soleil. — Le Soleil s'éloigne de l'équateur céleste jusqu'au 21 juin à $0^h 50^m$ de l'après-midi. C'est à cet instant que l'astre du jour atteint sa déclinaison maximum, $23°27'5'',23$, *solstice d'été*.

Du 15 au 21 juin, la durée du jour s'accroît de 2^m le soir; mais du 21 juin au 15 juillet, les jours diminuent de 16^m le matin et de 8^m le soir, soit une diminution totale de 22^m pour l'intervalle compris entre le 15 juin et le 15 juillet.

La Terre passe à l'aphélie le 2 juillet à 4^h du soir. C'est à ce moment que notre globe atteint sa plus grande distance du Soleil, 150 millions et demi de kilomètres. Malgré cela, nous jouissons, en France, des plus grandes chaleurs de l'année, parce que le Soleil est alors très élevé au-dessus de l'horizon.

LUNE. — Bien que l'été soit la saison la moins favorable de l'année aux observations lunaires, on pourra néanmoins étudier, dans de bonnes conditions, le disque de notre satellite dans les jours qui précéderont et suivront la néoménie.

PHASES...	PL le 16 juin, à 1^h48^m soir.	NL le 1er juillet, à 10^h16^m soir.
	DQ le 24 » à 4 44 »	PQ le 8 » à 1 28 »

Un fait assez curieux, et qui ne s'était pas présenté depuis le mois d'octobre 1883, aura lieu en juillet : ce mois présentera deux *Nouvelles Lunes*, le 1er et le 31.

Le 3 juillet, *mince croissant lunaire* visible à 8^h du soir, environ *quarante-trois* heures après la Nouvelle Lune.

Occultations diverses.

Du 15 juin au 15 juillet, il n'y aura aucune étoile, jusqu'à la 7e grandeur, occultée, pour Paris, pendant la première moitié de la nuit. C'est là un cas des plus rares. Mais dans les autres régions de la Terre, les lecteurs de *L'Astronomie* pourront être témoins des occultations suivantes :

1° ALDÉBARAN (1re grandeur), le 29 juin, à 5^h34^m du soir, temps moyen de Paris. L'occultation sera visible dans l'Océan Atlantique, aux Açores, aux Iles du Cap Vert. Les limites de latitude sont 61° Nord et 1° Sud.

2° β VIERGE (3,5 grandeur), le 7 juillet, à 1^h21^m du matin. Visible à l'est de l'Asie, au Japon.

3° JUPITER, le 7 juillet, à 7^h14^m du matin. Cette occultation, qui est la *septième* depuis le 1er janvier 1886, sera observable dans l'Océan Indien et dans les parties centrale et méridionale de l'Asie. Limites de latitude, 71° Nord et 4° Sud.

4° η VIERGE, (3,5 grandeur), le 7 juillet, à 2^h27^m du soir. Avec une lunette astronomique très puissante, on verra en plein jour, en France, l'étoile et la Lune dans le voisinage l'une de l'autre.

5° γ^1 VIERGE (3e grandeur), le 8 juillet, à 0^h20^m du matin. Dans l'ouest de l'Afrique et à l'est de l'Amérique du Sud, on pourra voir les diverses phases de l'occultation.

MERCURE. — *Mercure* arrive en conjonction supérieure avec le Soleil, le 12 juin, à 3^h du matin et se trouve alors à sa distance maximum de la Terre. Ensuite il s'avance vers l'Est, s'éloigne de l'astre du jour avec la plus grande rapidité, se rapproche de notre globe et devient visible le soir, dans le ciel de l'Occident. Malgré le crépuscule, on pourra observer *Mercure* soit à l'œil nu, soit avec une jumelle marine. La planète suit sa marche directe à travers les constellations zodiacales.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Différence Soleil.	Constellations.
20 Juin..........	0^h46^m soir.	8^h59^m soir.	0^h54^m	GÉMEAUX.
23 »	1 0 »	9 10 »	1 5	»
26 »	1 13 »	9 18 »	1 13	»
29 »	1 24 »	9 22 »	1 17	CANCER
2 Juillet........	1 34 »	9 25 »	1 21	»
5 »	1 41 »	9 23 »	1 20	»
8 »	1 47 »	9 21 »	1 19	»
11 »	1 51 »	9 16 »	1 16	»
14 »	1 54 »	9 11 »	1 13	LION

Le 19 juin, vers minuit et demi, *Mercure* est en conjonction avec ε Gémeaux, à 16′ au sud de cette étoile de 3e grandeur. Le 21 juin, à 1h du matin, autre conjonction, avec Saturne, *Mercure* étant à 2°16′ au Nord.

Nouvelle conjonction, le 24 juin, à 10h du matin, la planète se trouvant à 2°6′ au nord de δ Gémeaux.

Conjonction avec la Lune, le 3 juillet, à 1h du soir, *Mercure* étant situé à 4°35 de notre satellite.

Le 5 juillet, au matin, la rapide planète passe au nord de l'amas du Cancer, à la faible distance de 11′, et le soir, à 2°55′ au sud de l'étoile γ Cancer.

Mercure a un diamètre de 5″,8 le 1er juillet; sa distance à la Terre est alors de 168 millions de kilomètres et au Soleil de 58 millions de kilomètres.

Vénus. — Tout en s'éloignant sans cesse de notre globe terrestre, *Vénus* se présente dans les meilleures conditions pour l'observation, puisque la planète se lève en moyenne plus de deux heures avant le Soleil, à l'Orient. La phase de *Vénus* augmente toujours, ainsi qu'on peut le voir en se reportant au n° 1 de la *Revue*, année 1886, *fig.* 3, p. 12. Du 10 au 17 juillet, *Vénus* se lèvera à 1h45m du matin, heure la plus matinale de sa période de visibilité.

La déclinaison boréale de l'*Étoile du matin* s'accroît de 8° depuis le 15 juin jusqu'au 15 juillet.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
16 Juin..........	2h 3m matin.	9h 12m matin.	1h 55m	Bélier.
19 »	1 59 »	9 13 »	1 59	»
22 »	1 56 »	9 15 »	2 2	Taureau.
25 »	1 53 »	9 17 »	2 6	»
28 »	1 50 »	9 19 »	2 11	»
1er Juillet......	1 48 »	9 21 »	2 14	»
4 »	1 46 »	9 24 »	2 18	»
7 »	1 46 »	9 27 »	2 20	»
10 »	1 45 »	9 30 »	2 24	»
13 »	1 45 »	9 33 »	2 27	»

Vénus arrive en conjonction avec *Neptune* le 27 juin, à 7h du matin et se trouve à 28′ au sud de cette dernière planète. Le même jour, l'*Étoile du matin* est en conjonction avec les *Pléïades*, à 6° au Sud.

Le 28 juin, à minuit, la planète est située à 2°57′ au nord de notre satellite.

Conjonction avec l'étoile multiple δ Taureau, le 4 juillet, vers minuit; la planète est à 2°7′ au nord de l'étoile.

Le 6 juillet, au matin, conjonction avec ε Taureau, *Vénus* étant à 45′ au Nord.

Autre conjonction, le 7 juillet, avec *Aldébaran*. La planète est à 3°30′ au nord de l'étoile.

Diamètre de *Vénus*, 14″,2 au 1er juillet; la distance à la Terre est de 173 millions de kilomètres et au Soleil de 108 millions de kilomètres.

Mars. — *Mars* s'éloigne du globe terrestre et continue son mouvement direct

à travers la constellation de la Vierge, tout en suivant une trajectoire fort voisine de l'écliptique. La planète est très facile à reconnaître, à cause de sa teinte rougeâtre, dans le voisinage de Jupiter. C'est au 15 juin que la planète atteint sa phase minimum. Mars nous montre son disque (voir *fig.* 5, p. 13, 1886, de *L'Astronomie*) sous l'aspect du disque de notre satellite, deux jours après la Pleine Lune.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
19 Juin...........	5h48m soir.	0h 5m matin.	VIERGE.
23 »	5 39 »	11 52 soir.	»
27 »	5 30 »	11 39 »	»
1er Juillet.......	5 22 »	11 27 »	»
5 »	5 14 »	11 15 »	»
9 »	5 6 »	11 2 »	»
13 »	4 58 »	10 50 »	»

Plusieurs *conjonctions* de la planète avec divers astres seront particulièrement curieuses.

Le 23 juin, à 6h du matin, Mars se trouvera à 18′ au sud de la belle étoile β Vierge.

Mars et *Jupiter seront visibles* dans le même champ d'une lunette astronomique, *les* 27 *et* 28 *juin, au soir*. L'instant de la *conjonction* aura lieu le 28, à 10h du matin, Mars étant à 59′ au sud du géant de notre système solaire. Ce sera une observation des plus intéressantes à faire.

Le 7 juillet, à 1h du soir, *Mars* sera situé à 2°1′ au sud de la Lune.

Conjonction avec η Vierge, le 8 juillet à 6h du soir. La planète est à 1°12′ au sud de l'étoile.

Autre *conjonction* très curieuse, le 9 juillet, à 2h du soir; *Mars* et *Uranus* seront observables, à la faible distance de 34′, dans le champ d'une lunette de moyenne puissance. Uranus sera placé au Nord.

Diamètre de Mars, au 1er juillet, 8″; distance à la Terre, 204 millions de kilomètres, et au Soleil, 233 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* continue sa marche rétrograde dans la constellation du Sagittaire. Sa trajectoire se maintient à 8° au sud de la ligne de l'écliptique. La petite planète est trop rapprochée de l'horizon pour se présenter dans de bonnes conditions pour l'observation. Elle se rapproche de la Terre jusqu'au 14 juillet, jour de son opposition avec le Soleil. *Cérès* passe alors au méridien aux environs de minuit.

Jours.	Lever de Cérès.	Passage Méridien.	Constellation.
18 Juin...........	10h40m soir.	2h18m matin.	SAGITTAIRE.
22 »	10 25 »	2 0 »	»
26 »	10 10 »	1 42 »	»
30 »	9 54 »	1 23 »	»
4 Juillet.........	9 38 »	1 4 »	»
8 »	9 21 »	0 45 »	»
12 »	9 4 »	0 25 »	»
14 »	8 55 »	0 15 »	»

Coordonnées au 1er juillet : Ascension droite 19h53m. Déclinaison 28°52′S.

Pallas est toujours en mouvement rétrograde dans la constellation d'Hercule, à une très grande distance au nord de l'écliptique, puisque l'écart atteint 45° environ. A l'encontre de Cérès, qui marche dans une région céleste privée d'étoiles des 7 premières grandeurs, *Pallas* parcourt une portion du ciel remplie de fines et brillantes étoiles, à partir de la 6e grandeur.

Le 27 juin, la petite planète arrive en opposition avec le Soleil et passe au méridien de la Terre à minuit. Elle se trouve à sa distance minimum de notre globe, à 374 millions de kilomètres. Il faut profiter de ces circonstances si favorables pour étudier ce petit astre, soit à l'œil nu, soit avec une jumelle marine ou une lunette astronomique.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
18 Juin	0h40m matin.	8h46m matin.	HERCULE.
24 »	0 21 »	8 26 »	»
27 »	minuit	8 4 »	»
30 »	11 43 soir.	7 47 »	»
3 Juillet	11 24 »	7 27 »	»
7 »	11 5 »	7 6 »	»
11 »	10 46 »	6 44 »	»
15 »	10 27 »	6 22 »	»

Coordonnées au 1er juillet : Ascension droite 18h13m. Déclinaison 23°29′N.

Junon est située entre Cérès et Pallas, à peu près sous le même méridien. Elle continue sa marche rétrograde dans la constellation du Serpent, au milieu d'un coin du ciel où se rencontrent de nombreuses étoiles.

C'est le 19 juin que la petite planète se trouve en opposition avec le Soleil et que les astronomes peuvent l'apercevoir au cercle mural, à minuit, lors de son passage au méridien. C'est à ce moment que *Junon* brille de son plus vif éclat et atteint sa distance minimum de la Terre, 324 millions de kilomètres.

Il sera très facile de reconnaître *Junon*, dans le Serpent, surtout à cause de son rapprochement avec l'étoile ζ, de 4e grandeur. Le 19 juin, la distance des deux astres ne sera que de 54′, et *Junon* sera visible au sud de l'étoile.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
19 Juin	minuit	5h42m matin.	SERPENT.
22 »	11h48m soir.	5 30 »	»
25 »	11 33 »	5 15 »	»
29 »	11 14 »	4 56 »	»
3 Juillet	10 55 »	4 36 »	»
7 »	10 36 »	4 17 »	»
11 »	10 17 »	3 57 »	»
15 »	9 58 »	3 37 »	»

Coordonnées au 1er juillet : Ascension droite 17h44m. Déclinaison 4°45′S.

Vesta se couche environ une heure après le Soleil. Invisible.

JUPITER. — Cette belle planète est encore très intéressante à étudier, le soir, peu après le coucher du Soleil. Observer la tache rouge que l'on voit nettement sur sa surface avec un instrument de moyenne puissance et qui paraît, d'après

notre savant confrère M. Baër, de Caen, offrir à cette époque une certaine recrudescence d'intensité.

Jupiter est en mouvement direct dans la constellation de la Vierge, entre les étoiles β et η, où on le distingue à sa lumière jaunâtre.

Le 18 juin, à 11h du matin, *Jupiter* est en quadrature avec le Soleil.

Conjonction avec Mars, le 28 juin. *Occultation de Jupiter par la Lune*, le 7 juillet, vers 7h13m du matin. Le phénomène sera invisible en France.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
19 Juin...........	6h 0m soir.	0h14m matin	VIERGE.
23 »	5 46 »	11 59 soir.	»
27 »	5 31 »	11 44 »	»
1er Juillet........	5 17 »	11 29 »	»
5 »	5 3 »	11 14 »	»
9 »	4 49 »	10 59 »	»
13 »	4 35 »	10 44 »	»

Le 1er juillet, le diamètre de Jupiter est de 33″,2; la distance à la Terre est de 823 millions de kilomètres, et au Soleil de 808 millions de kilomètres.

Éclipses des satellites de Jupiter.

26 Juin.............	9h54m soir.	Émersion du 1er satellite.
30 »	9 30 »	» 2e »

Remarque. — Suivre le 3e satellite, à l'œil nu, lors de ses plus grandes élongations : 16, 19, 20, 23, 24, 27 et 30 juin, 4, 7, 8, 11, 14 et 15 juillet.

SATURNE se rapproche rapidement du Soleil, avec lequel il se trouve en conjonction le 4 juillet, à 3h du matin. A partir de cette date, la planète va devenir étoile du matin.

URANUS est toujours visible à l'œil nu, dans la constellation de la Vierge, non loin de l'étoile η, au sud et à une courte distance. Avec une jumelle marine, les deux astres sont dans le même champ, ce qui facilitera considérablement les recherches aux astronomes amateurs. Il faut profiter de ces circonstances favorables pour étudier la planète.

Le 25 juin, à 9h du matin, *Uranus* est en *quadrature* avec le Soleil, et, le 9 juillet, à 2h du soir, en *conjonction* avec la planète Mars.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
20 Juin...........	6h 19m soir.	0h19m matin.	VIERGE.
25 »	6 0 »	minuit.	»
30 »	5 40 »	11h40m soir.	»
5 Juillet.........	5 21 »	11 20 »	»
10 »	5 2 »	11 1 »	»
15 »	4 43 »	10 42 »	»

Coordonnées au 1er juillet : Ascension droite 12h15m. Déclinaison 0°51′S.

Au 1er juillet, le diamètre d'Uranus est de 4″,2; la distance à la Terre est de 2 724 millions de kilomètres et au Soleil de 2 713 millions de kilomètres.

EUGÈNE VIMONT.

intégral et de Mécanique analytique, veulent s'initier à l'un des problèmes les plus hardis que se soit posés l'intelligence humaine.

La marche à suivre dans la détermination des orbites, question dont se sont occupés les plus grands géomètres et les astronomes les plus illustres, est certes connue depuis longtemps, dans ses grandes lignes du moins. A M. d'OPPOLZER reviendra cependant le mérite d'avoir réuni en un tout harmonique un grand nombre de matériaux épars, et l'un de ses plus beaux titres de gloire sera d'avoir perfectionné la solution du problème en plusieurs de ses points essentiels.

Tout l'ouvrage, écrit avec une grande lucidité, repose sur un principe unique : la grande loi de la gravitation universelle. Dans le choix des méthodes, l'auteur accorde toujours la préférence à celles qui le conduisent le plus sûrement au but poursuivi; des applications numériques accompagnent constamment le texte, auquel sont en outre annexées des tables nombreuses, généralement nouvelles ou plus étendues qu'elles ne l'étaient antérieurement : ces tables, minutieusement vérifiées, constituent un auxiliaire d'un prix vraiment inestimable.

Le Traité de M. d'Oppolzer comprend deux volumes, mais la matière y est divisée de telle sorte que le premier forme à lui seul un tout complet. Double en étendue du Tome I de la première édition, ce premier volume est lui-même divisé en deux Parties, dont la première contient l'établissement d'un certain nombre de relations fondamentales, d'un usage constant lors de la détermination proprement dite de l'orbite. La seconde partie comprend la détermination même des orbites, à l'aide de trois ou de quatre observations; pour les cas où l'on ne suppose pas l'orbite parabolique, l'Auteur a imaginé des méthodes nouvelles, à la fois plus générales, plus rapides et plus précises que les célèbres procédés de GAUSS.

A la suite d'une révision minutieuse, faite tant par l'Auteur et M. Schram que par le Traducteur, le texte allemand et les tables ont subi diverses corrections plus ou moins importantes. Les tables de l'édition française ont été revues trois fois après l'impression, et les corrections patiemment faites sur les divers exemplaires ; lors de la troisième revision, les tables ont été trouvées entièrement exactes.

Pour la mesure du temps, et pour celle des longitudes, le Traducteur s'est entièrement conformé, d'accord avec l'Auteur, aux décisions du Congrès international tenu à Washington en octobre 1884; mais comme ce mode de procéder n'est pas encore définitivement adopté, M. Pasquier indique, immédiatement après la Préface, les modifications à appliquer au texte et aux tables, dans l'hypothèse où l'on voudrait continuer à compter le temps astronomique à partir du midi moyen de chaque lieu et maintenir les longitudes positivement à l'Ouest, négativement à l'Est.

Le volume se termine par un Appendice renfermant toutes les formules dont on a ordinairement besoin dans les premières déterminations des orbites ; cet Appendice, où les passages correspondants du texte sont notés avec soin, constitue un excellent résumé qui, avec la Table des matières, facilite singulièrement la lecture de ce grand ouvrage.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 7. Juillet 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS
DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES
PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,
Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 7 (JUILLET 1886).

Le point fixe dans l'univers, par M. C. Flammarion (1 figure). — **Causes de la détonation des bolides et des aérolithes**, par M. G. A. Hirn. — **Les aurores boréales** (*suite et fin*). — **Nouvelles de la Science. Variétés :** Perturbations magnétiques et aurores boréales. Même sujet. Transformation d'une tache solaire, par M. Giniels (3 figures). Tache solaire visible à l'œil nu et sans verre noir. La Lune à l'envers. La statue d'Arago. — **Observations astronomiques**, par M. E. Vimont (2 figures).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. —
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
GAUDIBERT. — Comment je me suis construit un télescope.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. — **Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus, de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue*, **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction*, **9, rue d'Alençon, à Paris.**

LE POINT FIXE DANS L'UNIVERS.

L'impression directe et naturelle donnée par l'observation de la nature est que nous habitons à la surface d'une Terre solide, stable, fixe au centre de l'univers. Il a fallu de longs siècles d'étude et une audacieuse témérité

Fig. 81.

Mouvements propres des étoiles (hémisphère boréal) calculés pour cinquante mille ans.

Mouvements les plus rapides :

1830 Groombridge....	Mouvement annuel = 7",03.	μ Cassiopée.......	Mouvement annuel = 4",48.
61e Cygne..........	— — = 5 ,08.	21258 Lalande.........	— — = 4 ,37.
21185 Lalande........	— — = 4 ,69.	793 B.A.C..........	— — = 3 ,50.

d'esprit pour arriver à s'affranchir de cette impression naturelle et à reconnaître que le monde où nous sommes est isolé dans l'espace, sans soutien d'aucune sorte, en mouvement rapide sur lui-même et autour du Soleil. Mais, pour les siècles antérieurs à l'analyse scientifique, pour les peuples primitifs, et encore aujourd'hui pour les trois quarts du genre humain, nous

avons les pieds appuyés sur une terre solide, fixée à la base de l'univers, et dont les fondements doivent s'étendre jusqu'à l'infini dans les profondeurs.

Du jour, cependant, où il fut reconnu que c'est le même Soleil qui se couche et se lève tous les jours, que c'est la même Lune, que ce sont les mêmes étoiles, les mêmes constellations qui tournent autour de nous, on fut par cela même conduit à admettre, avec une incontestable certitude, qu'il y a au-dessous de la Terre la place vide nécessaire pour laisser passer tous les astres du firmament, depuis leur coucher jusqu'à leur lever. Cette première reconnaissance était d'un poids capital. L'admission de l'isolement de la Terre dans l'espace a été la première grande conquête de l'Astronomie. C'était le premier pas, et le plus difficile, en vérité. Songez donc! Supprimer d'un seul coup les fondations de la Terre! Une telle idée n'aurait jamais germé dans aucun cerveau sans l'observation des astres, sans la transparence de l'atmosphère, par exemple. Sous un ciel perpétuellement nuageux, la pensée humaine restait fixée au sol terrestre comme l'huître au rocher.

Une fois la Terre isolée dans l'espace, le premier pas était fait. Avant cette révolution, dont la portée philosophique égale la valeur scientifique, toutes les formes avaient été imaginées pour notre séjour sublunaire. Et d'abord, on avait considéré la Terre comme une île émergeant au-dessus d'un océan sans bornes, cette île ayant des racines infinies. Ensuite, on avait supposé à la Terre entière, avec ses mers, la forme d'un disque plat, circulaire, tout autour duquel venait s'appuyer la voûte du firmament. Plus tard, on lui avait imaginé des formes cubiques, cylindriques, polyédriques, etc. Cependant les progrès de la navigation tendaient à révéler sa nature sphérique et, lorsque son isolement fut reconnu avec ses témoignages incontestables, cette sphéricité fut admise comme un corollaire naturel de cet isolement et du mouvement circulaire des sphères célestes autour du globe supposé central.

I.

Le globe terrestre dès lors reconnu isolé dans le vide, le remuer n'était plus difficile. Jadis, lorsque le ciel était posé comme un dôme sur la Terre massive et indéfinie, l'idée même de la supposer en mouvement eût été aussi absurde qu'insoutenable. Mais du jour où nous la voyons, en esprit, placée comme un globe au centre des mouvements célestes, l'idée de supposer que, peut-être, ce globe pourrait tourner sur lui-même pour éviter au ciel entier, à l'univers immense, l'obligation d'accomplir cette opération quotidienne peut venir naturellement à l'esprit du penseur; et, en effet, nous voyons l'hypothèse de la rotation diurne du globe terrestre se faire jour dans les anciennes civilisations, chez les Grecs, chez les Égyptiens, chez les Indiens, etc. Il suffit de lire quelques chapitres de Ptolémée, de Plutarque, des Surya-Siddhanta, pour se rendre compte de ces tentatives. Mais cette

nouvelle hypothèse, pour avoir été préparée par la première, n'en était pas moins audacieuse et contraire au sentiment né de la contemplation directe de la nature. L'humanité pensante a dû attendre jusqu'au XVIe siècle de notre ère, ou, pour mieux dire, jusqu'au XVIIe, pour connaître la véritable position de notre planète dans l'univers et *savoir*, avec témoignages à l'appui, qu'elle se meut d'un double mouvement, quotidiennement sur elle-même, annuellement autour du Soleil. A dater de cette époque seulement, à dater de Copernic, Galilée, Kepler et Newton, l'Astronomie réelle était fondée.

Ce n'était pourtant là encore qu'un commencement, car le grand rénovateur du système du monde, Copernic lui-même, ne se doutait ni des autres mouvements de la Terre ni des distances des étoiles. Ce n'est qu'en notre siècle que les premières distances d'étoiles ont pu être mesurées, et ce n'est que de nos jours que les découvertes sidérales nous ont offert les données nécessaires pour nous permettre d'essayer de nous rendre compte des forces qui maintiennent l'équilibre de la Création.

L'idée antique des fondements illimités de la Terre laissait évidemment beaucoup à désirer aux esprits soucieux d'aller au fond des choses. Il nous est absolument impossible de concevoir un pilier matériel, aussi épais et aussi large qu'on le voudra (du diamètre de la Terre, par exemple), s'enfonçant jusqu'à l'infini, de même qu'on ne peut pas admettre l'existence réelle d'un bâton qui n'aurait qu'un bout. Aussi loin que notre esprit descendra vers la base de ce pilier matériel, il arrive un point où il en voit la fin, le vide seul pouvant être infini, et, dès lors, ledit pilier terrestre ne sert plus à rien puisqu'il n'a pas lui-même de fondement. On avait dissimulé la difficulté en matérialisant la sphère céleste et en posant la Terre dedans, occupant toute sa région inférieure. Mais, d'une part, les mouvements des astres devenaient difficiles à justifier, et, d'autre part, cet univers matériel lui-même, enfermé dans un immense globe de cristal, n'était tenu par rien, puisque l'infini devait s'étendre tout autour, au-dessous de lui aussi bien qu'au-dessus. Les esprits chercheurs durent d'abord s'affranchir de l'idée vulgaire de la pesanteur.

II.

Isolée dans l'espace, comme un ballon d'enfant flottant dans l'air, et plus absolument encore, puisque le ballon est porté par les vagues aériennes, tandis que les mondes gravitent dans le vide, la Terre est un jouet pour les forces cosmiques invisibles auxquelles elle obéit, véritable bulle de savon sensible au moindre souffle. Nous pouvons, du reste, en juger facilement en envisageant sous un même coup d'œil d'ensemble les onze mouvements principaux dont elle est animée.

Lancée autour du Soleil, à la distance de 37 millions de lieues, et parcou-

rant, à cette distance, sa révolution annuelle autour de l'astre lumineux. elle court par conséquent à la vitesse de 643 000 lieues par jour, soit 26 800 lieues à l'heure ou 29 450 mètres par seconde. Cette vitesse est onze cents fois plus rapide que celle d'un train-éclair lancé au taux de 100^{km} à l'heure.

C'est un boulet courant avec une rapidité soixante-quinze fois supérieure à celle d'un obus, courant incessamment et sans jamais atteindre son but. En 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes, le projectile terrestre est revenu au même point de son orbite relativement au Soleil, et continue de courir. Le Soleil, de son côté, se déplace dans l'espace, suivant une ligne oblique au plan du mouvement annuel de la Terre, ligne dirigée vers la constellation d'Hercule. Il en résulte qu'au lieu de décrire une courbe fermée, la Terre décrit une spirale et n'est jamais passée deux fois par le même chemin depuis qu'elle existe. A son mouvement de révolution annuelle autour du Soleil s'ajoute donc perpétuellement, comme deuxième mouvement, celui du Soleil lui-même, qui l'entraîne, avec tout le système solaire, dans une chute oblique vers la constellation d'Hercule.

Pendant ce temps-là, notre globule pirouette sur lui-même en vingt-quatre heures et nous donne la succession quotidienne des jours et des nuits. Rotation diurne : troisième mouvement.

Il ne tourne pas sur lui-même droit comme une toupie qui serait verticale sur une table, mais incliné, comme chacun sait, de 23°27′. Cette inclinaison n'est pas stable non plus : elle varie d'année en année, de siècle en siècle, oscillant lentement, par périodes séculaires, sur une amplitude de 2°37′22″. Onze cents ans avant notre ère, elle a été trouvée de 23°54′ ; il y a mille ans elle était de 23°35′. C'est là un quatrième genre de mouvement.

L'orbite que notre planète parcourt annuellement autour du Soleil n'est pas circulaire, mais elliptique. Cette ellipse varie aussi elle-même d'année en année, de siècle en siècle ; tantôt elle se rapproche de la circonférence d'un cercle, tantôt elle s'allonge jusqu'à une forte excentricité. C'est comme un cerceau élastique que l'on déformerait plus ou moins. Cinquième complication aux mouvements de la Terre.

Cette ellipse-là elle-même n'est pas fixe dans l'espace, mais tourne dans son propre plan en une période de 21 000 ans. Le périhélie, qui, au commencement de notre ère, était à 65° de longitude à partir de l'équinoxe de printemps, est maintenant à 101°. Ce déplacement séculaire de la ligne des apsides apporte une sixième complication aux mouvements de notre séjour.

En voici maintenant une septième. Nous avons dit tout à l'heure que l'axe de rotation de notre globe est incliné, et chacun sait que le prolongement idéal de cet axe aboutit vers l'étoile polaire. Cet axe lui-même n'est pas fixe : il tourne en 25 765 ans en gardant son inclinaison de 22° à 24° ; de sorte que

son prolongement décrit sur la sphère céleste, autour du pôle de l'écliptique, un cercle de 44° à 48° de diamètre, suivant les époques. C'est par suite de ce déplacement du pôle que Véga deviendra étoile polaire dans 12 000 ans comme elle l'a été il y a 14 000 ans. Septième genre de mouvement.

Un huitième mouvement, dû à l'action de la Lune sur le renflement équatorial de la Terre, celui de la nutation, fait décrire au pôle de l'équateur une petite ellipse en 18 ans et 8 mois.

Un neuvième, dû également à l'attraction de notre satellite, change incessamment la position du centre de gravité du globe et la place de la Terre dans l'espace : quand la Lune est en avant de nous, elle accélère la marche du globe; quand elle est en arrière, elle nous retarde, au contraire, comme un frein : complication mensuelle qui vient encore s'ajouter à toutes les précédentes.

Lorsque la Terre passe entre le Soleil et Jupiter, l'attraction de celui-ci, malgré sa distance de 155 millions de lieues, la fait dévier de $2^m,10$ au delà de son orbite absolue. L'attraction de Vénus la fait dévier de $1^m,25$ en deçà. Saturne et Mars agissent aussi, mais plus faiblement. Ce sont là des perturbations extérieures qui constituent un dixième genre de corrections à ajouter aux mouvements de notre esquif céleste.

L'ensemble des planètes pesant environ la sept centième partie du poids du Soleil, le centre de gravité autour duquel la Terre circule annuellement n'est jamais au centre même du Soleil, mais loin de ce centre et souvent même en dehors du globe solaire. Or, absolument parlant, la Terre ne tourne pas autour du Soleil, mais les deux astres, Soleil et Terre, tournent autour de leur centre commun de gravité. Le centre du mouvement annuel de notre planète change donc constamment de place, et nous pouvons ajouter cette onzième complication à toutes les précédentes.

Nous pourrions même en ajouter beaucoup d'autres; mais ce qui précède suffit pour faire apprécier le degré de légèreté, de subtilité, de notre île flottante, soumise, comme on le voit, à tous les caprices des influences célestes. L'analyse mathématique pénètre fort loin au delà de cet exposé sommaire : à la Lune seule, qui semble tourner si tranquillement autour de nous, elle a découvert plus de soixante causes distinctes de mouvements différents!

L'expression n'est donc pas exagérée : notre planète n'est qu'un jouet pour les forces cosmiques qui la conduisent dans les champs du ciel, et il en est de même de tous les mondes et de tout ce qui existe dans l'univers. La matière obéit docilement à la force.

III.

En fait, notre planète, autrefois supposée à la base du monde, est donc soutenue à distance par le Soleil, qui la fait graviter autour de lui avec une vitesse correspondante à cette distance. Cette vitesse, causée par la masse

solaire elle-même, maintient notre planète à la même distance moyenne de l'astre central : une vitesse moindre ferait dominer la pesanteur et amènerait la chute de la Terre dans le Soleil; une vitesse plus grande, au contraire, éloignerait progressivement et indéfiniment notre planète du foyer qui la fait vivre. Mais par la vitesse résultant de la gravitation, notre séjour errant demeure soutenu dans une stabilité permanente. De même la Lune est soutenue dans l'espace par la force de gravité de la Terre, qui la fait circuler autour d'elle avec la vitesse requise pour la maintenir constamment à la même distance moyenne. La Terre et la Lune forment ainsi dans l'espace un couple planétaire qui se soutient dans un équilibre perpétuel sous la domination suprême de l'attraction solaire. Si la Terre existait seule au monde, elle demeurerait éternellement immobile au point du vide infini où elle aurait été placée, sans pouvoir jamais ni descendre, ni monter, ni changer de position de quelque façon que ce fût, ces expressions mêmes, descendre, monter, gauche ou droite n'ayant aucun sens absolu. Si cette même Terre, tout en existant seule, avait reçu une impulsion quelconque, avait été lancée avec une vitesse quelconque, dans une direction quelconque, elle fuirait éternellement en ligne droite dans cette direction, sans jamais pouvoir ni s'arrêter, ni se ralentir, ni changer de mouvement. Il en serait encore de même si la Lune existait seule avec elle : elles tourneraient toutes deux autour de leur centre commun de gravité, accomplissant leur destinée dans le même lieu de l'espace, ou fuyant ensemble suivant la direction vers laquelle elles auraient été projetées. Le Soleil existant et étant le centre de son système, la Terre, toutes les planètes et tous leurs satellites dépendent de lui et ont leur destinée irrévocablement liée à la sienne.

Le point fixe que nous cherchons, la base solide que nous semblons désirer pour assurer la stabilité de l'univers, est-ce donc dans ce globe si colossal et si lourd du Soleil que nous les trouverons?

IV.

Assurément non, puisque le Soleil lui-même n'est pas en repos, puisqu'il nous emporte avec tout son système vers la constellation d'Hercule.

Notre soleil gravite-t-il autour d'un soleil immense dont l'attraction s'étendrait jusqu'à lui et régirait ses destinées comme il régit celles des planètes? Les investigations de l'Astronomie sidérale conduisent-elles à penser que, dans une direction située à angle droit de notre marche vers Hercule, puisse exister un astre d'une telle puissance? Il ne le semble pas. Notre soleil subit les attractions sidérales; mais aucune ne paraît dominer toutes les autres et régner en souveraine sur notre astre central.

L'étoile la plus proche de nous, α du Centaure, n'a pas une masse supérieure à celle de notre soleil : c'est une étoile double dont nous connaissons

la période, et cette période prouve qu'il n'y a là aucune prépondérance capable d'agir jusqu'ici. Notre soleil formerait-il avec elle un système analogue à ceux des étoiles doubles et multiples? L'hypothèse est soutenable, quoique peu probable, et il n'est pas sans intérêt de nous y arrêter un instant.

D'après les estimations les plus sûres de la période et de la distance des composantes de l'étoile double α du Centaure, la masse de ce soleil paraît être sensiblement égale à celle du nôtre. En considérant notre soleil et celui du Centaure comme formant un système, la masse de ce système équivaudrait donc au double de celle du nôtre environ. Or, en rayons de l'orbite terrestre, la distance du Soleil à α du Centaure est de 222 000, et puisque les carrés des temps des révolutions sont entre eux comme les cubes des distances, nous avons pour la durée de révolution hypothétique $T^2 = 222\,000^3$ ou $T = 104\,600\,000$ ans. Mais comme, d'après notre estimation précédente, la masse du système est égale au double du nôtre, et comme, d'autre part, les masses sont en raison inverse des carrés des révolutions, celles-ci étant d'autant plus rapides que les premières sont plus fortes, la durée de révolution du Soleil et de l'étoile α du Centaure autour de leur centre commun de gravité serait d'environ 74 millions d'années.

Quoiqu'il soit parfaitement admissible, ou pour mieux dire certain, que ces deux soleils (le nôtre et α du Centaure ressentent leur attraction mutuelle; quoique cette étoile soit précisément située à 90° environ de notre tangente vers Hercule et, de plus, dans le plan des étoiles principales, passant par Persée, Capella, Véga, Aldébaran et la Croix du Sud, et quoique le mouvement propre de ce soleil voisin soit dirigé sensiblement en sens contraire du nôtre, cependant on ne saurait considérer ces deux systèmes comme formant un couple analogue à ceux des étoiles doubles, d'abord parce que tous les systèmes d'étoiles doubles connus sont composés d'étoiles beaucoup plus proches l'une de l'autre, ensuite parce que, dans l'immensité de l'orbite décrite dans cette hypothèse, les attractions des étoiles voisines ne sauraient être considérées comme demeurant sans influence.

La petite constellation de Persée, notamment, pourrait bien exercer une action plus puissante que celle des Pléiades ou que de tout autre assemblage d'étoiles et être le point fixe, le centre de gravité des mouvements de notre soleil, de α Centaure et des étoiles voisines, attendu que les amas de Persée se trouvent non seulement à angle droit avec la tangente de notre translation vers Hercule, mais encore dans le grand cercle des étoiles principales, et précisément à l'intersection de ce cercle avec la Voie Lactée. Mais ici intervient un autre facteur, plus important que tous les précédents, cette Voie Lactée, avec ses dix-huit millions de soleils, dont il serait assurément audacieux de chercher le centre de gravité.

Mais qu'est-ce encore que la Voie Lactée tout entière devant les cent millions d'étoiles que notre pensée contemple au sein de l'univers sidéral? Cette Voie Lactée ne se déplace-t-elle pas elle-même comme un archipel d'îles flottantes? Chaque nébuleuse résoluble, chaque amas d'étoiles n'est-il pas une Voie Lactée en mouvement sous l'action dé la gravitation des autres univers qui l'appellent et la sollicitent à travers la nuit infinie?

V.

D'étoiles en étoiles, de systèmes en systèmes, de plages en plages, notre pensée se trouve transportée en présence des grandeurs insondables, en face des mouvements célestes dont on a commencé à évaluer la vitesse, mais qui surpassent déjà toute conception. Le mouvement propre annuel du soleil α du Centaure s'élève à 3″,64, soit à environ quatre fois la valeur de sa parallaxe, à environ quatre fois 37 millions de lieues, ou à 148 millions de lieues par an. Le mouvement propre de la 61[e] du Cygne (second soleil dans l'ordre des distances) est de 5″,08, et équivaut à dix fois sa parallaxe, c'est-à-dire à 370 millions de lieues par an ou 1 million de lieues par jour environ. L'étoile α du Cygne arrive sur nous en droite ligne avec une vitesse de 500 millions de lieues par an. Le mouvement propre de l'étoile 1830 du Catalogue de Groombridge s'élève à 7″,03, à soixante-dix fois sa parallaxe, ou à 2590 millions de lieues par an, ce qui représente 7 millions de lieues par jour, 115 000 kilomètres à l'heure ou 320 000 mètres par seconde!... Ce sont là des estimations minima, attendu que nous ne voyons certainement pas de face, mais obliquement, les déplacements stellaires ainsi mesurés. Quels projectiles! Ce sont des soleils, des milliers et des millions de fois plus lourds que la Terre, lancés à travers les vides insondables avec des vitesses ultra-vertigineuses, circulant dans l'immensité sous l'influence de la gravitation de tous les astres de l'univers. Et ces millions, et ces milliards de soleils, de planètes, d'amas d'étoiles, de nébuleuses, de mondes qui commencent, de mondes qui finissent, se précipitent avec des vitesses analogues vers des buts qu'ils ignorent, avec une énergie, une intensité d'action devant lesquelles la poudre et la dynamite ne sont que de doux sourires. Et ainsi, tous ils courent, pour l'éternité peut-être, sans jamais pouvoir se rapprocher des limites inexistantes de l'infini... Partout le mouvement, l'activité, la lumière et la vie. Heureusement, sans doute. Si tous ces innombrables soleils, planètes, terres, lunes, comètes, étaient fixes, immobiles, rois pétrifiés dans leurs éternels tombeaux, combien plus formidable encore, mais plus lamentable, serait l'aspect d'un tel univers! Voyez-vous toute la Création arrêtée, figée, momifiée! Une telle idée n'est-elle pas insoutenable, et n'a-t-elle pas quelque chose de funèbre?

Et qui cause ces mouvements? qui les entretient? qui les régit? La gravitation universelle, la force invisible, à laquelle l'univers visible (ce que nous

appelons matière) obéit. Un corps attiré de l'infini par la Terre atteindrait une vitesse de 11 300 mètres par seconde; de même un corps lancé de la Terre avec cette vitesse ne retomberait jamais. Un corps attiré de l'infini par le Soleil atteindrait une vitesse de 608 000 mètres; de même un corps lancé par le Soleil avec cette vitesse ne reviendrait jamais à son point de départ. Des amas d'étoiles peuvent déterminer des vitesses beaucoup plus considérables encore, mais qui s'expliquent par la théorie de la gravitation. Il suffit de jeter les yeux sur un diagramme tel que celui de la *fig.* 81 pour se rendre compte de la variété de ces mouvements : cette figure contient les principales étoiles de notre hémisphère, la position du point vers lequel le Soleil nous emporte, et à chaque étoile est attachée une flèche représentant le déplacement de cette étoile pour 50 000 ans.

VI.

Ainsi les étoiles, les soleils, les planètes, les mondes, les comètes, les étoiles filantes, les uranolithes, en un mot tous les corps constitutifs de ce vaste univers reposent non sur des bases solides, comme semblait l'exiger la conception vulgaire et enfantine de nos pères, mais sur les forces invisibles et immatérielles qui régissent leurs mouvements. Ces milliards de corps célestes ont leurs mouvements respectifs pour cause de stabilité et s'appuient mutuellement les uns sur les autres à travers le vide qui les sépare. L'esprit qui saurait faire abstraction du temps et de l'espace verrait la Terre, les planètes, le Soleil, les étoiles, pleuvoir d'un ciel sans limites, dans toutes les directions imaginables, comme des gouttes emportées par les tourbillons d'une gigantesque tempête et attirées non par une base, mais par l'attraction de chacune et de toutes; chacune de ces gouttes cosmiques, chacun de ces mondes, chacun de ces soleils est emporté par une vitesse si rapide que le vol des boulets de canon n'est que repos en comparaison : ce n'est ni cent, ni cinq cents, ni mille mètres par seconde, c'est dix mille, vingt mille, cinquante mille, cent mille et même deux et trois cent mille mètres *par seconde*... Tout cela court, vole, tombe, roule, se précipite à travers le vide, mais à de telles distances respectives que tout paraît en repos! Si nous voulions placer en un cadre de la dimension de Paris les astres dont la distance a été mesurée jusqu'à ce jour, l'étoile la plus proche serait placée à $2^{km},2$ du Soleil, dont la Terre serait éloignée à $0^{m},01$, Jupiter à $0^{m},05$ et Neptune à $0^{m},30$. La 61e du Cygne serait à 4^{km}, Sirius à 10^{km}, l'étoile polaire à 27^{km}, etc., et l'immense majorité des étoiles resterait au delà du département de la Seine. Eh bien, en animant tous ces projectiles de leurs mouvements relatifs, la Terre devrait employer une année à parcourir son orbite d'un centimètre de rayon, Jupiter douze ans à parcourir la sienne de cinq centimètres, et Neptune, cent soixante-cinq ans. Les mouvements propres du Soleil et des

étoiles seraient du même ordre. C'est dire que tout paraîtrait en repos, même au microscope.

Or, la constitution de l'univers sidéral est l'image de celle des corps que nous appelons matériels. Tout corps, organique ou inorganique, homme, animal, plante, pierre, fer, bronze, est composé de molécules en mouvement perpétuel et qui ne se touchent pas. Ces molécules sont elles-mêmes composées d'atomes qui ne se touchent pas. Chacun de ces atomes est infiniment petit et invisible, non seulement aux yeux, non seulement au microscope, mais même à la pensée, puisqu'il est possible que ces atomes ne soient que des centres de forces. On a calculé que dans une tête d'épingle il n'y a pas moins de huit sextillions d'atomes, soit huit mille milliards de milliards, et que dans un centimètre cube d'air, il n'y a pas moins d'un sextillion de molécules. Tous ces atomes, toutes ces molécules sont en mouvement sous l'influence des forces qui les régissent, et, relativement à leurs dimensions, de grandes distances les séparent. Nous pouvons même penser qu'il n'y a au fond qu'un genre d'atomes, et que c'est le nombre des atomes primitifs, essentiellement simples et homogènes, leurs modes d'arrangements et leurs mouvements qui constituent la diversité des molécules : une molécule d'or, de fer, ne différerait d'une molécule de soufre, d'oxygène, d'hydrogène, etc., que par le nombre, la disposition et le mouvement des atomes primitifs qui la composent; chaque molécule serait un système, un microcosme.

Mais, quelle que soit l'idée que l'on se fasse de la constitution intime des corps, la vérité aujourd'hui reconnue et désormais incontestable est que le point fixe cherché par notre imagination n'existe nulle part. Archimède peut réclamer en vain un point d'appui pour soulever le monde. *Les mondes comme les atomes reposent sur l'invisible*, sur la force immatérielle; tout se meut, sollicité par l'attraction et comme à la recherche de ce point fixe qui se dérobe à mesure qu'on le poursuit, et qui n'existe pas, puisque dans l'infini le centre est partout et nulle part. Les esprits prétendus positifs, qui affirment avec tant d'assurance que « la matière règne seule avec ses propriétés », et qui sourient dédaigneusement des recherches des penseurs, devraient d'abord nous dire ce qu'ils entendent par ce fameux mot de « matière ». S'ils ne s'arrêtaient pas à la superficie des choses, s'ils soupçonnaient que les apparences cachent des réalités invisibles, ils seraient sans doute un peu plus modestes. Pour nous qui cherchons la vérité sans idées préconçues et sans esprit de système, il nous semble que l'essence de la matière reste aussi mystérieuse que l'essence de la force, l'univers visible n'étant point du tout ce qu'il paraît être à nos sens. En fait, cet univers visible est composé d'atomes invisibles, qui ne se touchent pas; il repose sur le vide, et les forces qui le régissent sont en elles-mêmes immatérielles et invisibles. Il serait moins hardi de penser que la matière n'existe pas, que

tout est dynamisme, que de prétendre affirmer l'existence d'un univers exclusivement matériel. Quant au soutien matériel du monde, il a disparu, remarque assez piquante, précisément avec les conquêtes de la Mécanique, qui proclament le triomphe de l'invisible. Le point fixe s'évanouit dans l'universelle pondération des pouvoirs, dans l'idéale harmonie des vibrations de l'éther ; plus on le cherche, moins on le trouve ; et le dernier effort de notre pensée a pour dernier appui, pour suprême réalité, l'INFINI.

CAMILLE FLAMMARION.

CAUSES DE LA DÉTONATION DES BOLIDES
ET DES AÉROLITHES.

Me sera-t-il permis de retourner avec nos lecteurs au Mémoire que j'ai donné dans cette *Revue* (juin et juillet, 1883), sous le titre : *Phénomènes dus à l'action de l'atmosphère sur les étoiles filantes, sur les bolides, sur les aérolithes*, et d'ajouter quelques développements à une question que j'avais examinée sous une forme trop concise, peut-être? — J'y suis amené naturellement par la lecture de l'intéressant travail publié récemment par M. Daubrée dans la *Revue des deux Mondes* et reproduit dans le *Bulletin de l'Association scientifique* [1].

Est-il nécessaire de le dire dès l'abord? — Ce n'est point une critique que j'entreprends; les personnes, assez nombreuses, qui ont un malin plaisir à voir les savants se contredire entre eux, et pire que cela parfois, seront déçues en ce sens. Ce que M. Daubrée a présenté, comme géologue, comme chimiste, comme descripteur, je viens le compléter comme physicien.

I.

Avec raison, M. Daubrée signale, comme un des phénomènes frappants qui accompagnent l'apparition d'un bolide ou la chute d'un aérolithe, le bruit parfois formidable et le roulement de tonnerre qu'on entend au moment du passage des météorites. — Ce bruit a toujours été attribué à l'explosion de la masse minérale, à sa rupture en milliers de parcelles, souvent très petites. Il n'est pas douteux que ce phénomène de désagrégation doive donner lieu à une détonation; mais il s'en faut de beaucoup que ce soit là la cause générale et unique; c'est ce que je crois avoir montré assez clairement (p. 253 de *L'Astronomie*, 2e année, et p. 13 du tirage à part). J'y reviens pour expliquer quelques détails de l'ensemble du phénomène.

II.

Le bruit du tonnerre est dû, tout le monde le sait, à ce que l'air, traversé

[1] Les météorites et la constitution du globe terrestre, par M. A. Daubrée.

par l'étincelle électrique, est porté subitement à une température excessivement élevée et, par suite, à un volume considérable; la *veine* de gaz ainsi brusquement échauffée et dilatée a parfois une longueur de plusieurs kilomètres; comme la durée de l'éclair n'est pas d'un millionième de seconde, il s'ensuit que le bruit éclate à la fois sur toute l'étendue du sillon; mais pour nous, il commence là où l'éclair est à la moindre distance; en d'autres termes plus précis, le début du tonnerre nous donne la valeur de la distance minima de l'éclair; la durée du roulement nous donne l'étendue de la veine et sa plus grande élongation.

Lorsque la foudre tombe, ce n'est donc pas nécessairement de la partie foudroyée que part le premier bruit explosif. — Étant un jour d'été, à cinq heures du matin, occupé à observer la marche d'un orage qui nous arrivait du côté des Vosges (S.-O.), je vis un éclair, commençant au zénith, se terminer par son autre extrémité dans un vallon éloigné de plus de 4^{km}; le tonnerre éclata trois ou quatre secondes à peine après l'étincelle électrique, le roulement dura plus de douze secondes; c'est à la distance de la partie foudroyée que répondait la fin. Une heure plus tard, j'appris par les ouvriers venant d'un village voisin qu'une femme avait été tuée sous un arbre, là où j'avais vu l'éclair atteindre la terre. — Soit dit en passant, si dans les cas où la foudre tombe, même assez loin de nous, nous entendons toujours le bruit très peu de temps après l'éclair, ce n'est nullement parce qu'un son intense se propage plus vite qu'un son faible (plusieurs physiciens l'ont avancé, par erreur), c'est parce que, dans ces cas, l'orage est en général très bas et qu'ainsi le bruit d'un éclair partant du zénith, nous arrive très vite.

Il semblera à mes lecteurs que je me livre à une bien inutile digression. Il n'en est rien, nous allons le voir.

Nos projectiles d'armes à feu *sifflent* en traversant l'air et nous pouvons en quelque sorte les suivre de l'oreille sur leur trajet. Il en est de même des aérolithes au moment de leur chute sur la Terre. On a comparé le bruit de ceux-ci aux battements d'ailes d'oies sauvages ou au cri d'une étoffe qu'on déchire; comme il est reçu de dire que le grondement qui précède les tremblements de terre ressemble au bruit d'un lourd chariot roulant sur le pavé, comme il est admis que la chute de la foudre répand dans l'air l'odeur du soufre. Les témoins de phénomènes naturels imposants cherchent leurs comparaisons là où leurs connaissances et leur degré d'intelligence leur permettent de puiser, et, fausse ou juste, la comparaison finit par passer à l'état classique. — Ce sifflement est dû à ce que l'air, vivement poussé de côté en amont du projectile, remplit ensuite tout aussi vivement le vide produit en aval. Nous allons voir maintenant dans quelles conditions ce bruit devra recevoir un tout autre nom.

Nos projectiles d'artillerie les plus rapides atteignent à peine une vitesse de 600ᵐ à la seconde. Cette vitesse est pour ainsi dire infiniment petite par rapport à celle avec laquelle la plupart des météorites pénètrent dans notre atmosphère. Ici c'est par 40 000ᵐ, 50 000ᵐ, 60 000ᵐ à la seconde qu'il faut compter. Que se passera-t-il pour une masse minérale traversant l'air avec une telle vitesse? — Deux phénomènes, presque insignifiants quand il s'agit de nos projectiles d'armes à feu, prendront un caractère d'intensité extrême. L'air, violemment comprimé en amont, sera porté instantanément à une température de 4000°, 5000°, 6000°; la matière de la surface sera comme *arrachée* par la violence du frottement du gaz et sera en même temps gazéifiée par la chaleur. C'est ce dont fait foi la *fumée* que laissent toujours derrière eux les bolides. Nous avons donc encore une veine d'air qui est dilatée, non sans doute instantanément comme par le passage de l'éclair, mais du moins en un temps extrêmement court sur une longueur immense. Ce n'est plus un sifflement que nous entendrons; ce sera une véritable explosion, suivie d'un roulement plus ou moins prolongé, explosion partant pour chacun de nous du point de la trajectoire relativement le plus rapproché. — Si un de nos boulets de canon recevait une vitesse de 100 000ᵐ, il ne sifflerait pas, il détonnerait, répandrait la lumière d'un éclair et serait brûlé en un clin d'œil.

III.

De l'analyse que nous venons de faire du phénomène dans son ensemble, il résulte clairement que le bruit que produit souvent le passage d'un bolide, accompagné ou non d'ailleurs d'une chute d'aérolithes, part de chaque point de la trajectoire et non pas seulement de l'extrémité où a lieu la rupture en éclats du météorite; il en résulte que ce n'est point, du moins toujours et nécessairement, cette rupture que nous entendons et qui produit le plus de fracas. Avant d'approfondir davantage, arrêtons-nous à quelques circonstances accessoires qui ici sont pourtant capitales. Il est manifeste que l'intensité du son, en chaque point de la trajectoire, dépend : 1° de la hauteur; 2° de la vitesse du météore; 3° de sa grandeur; 4° de la configuration de la localité au-dessus de laquelle il passe.

1° *De la hauteur.* — On sait que l'intensité d'un son est proportionnelle à la densité de l'air au point où il se produit et à la raison inverse du carré des distances, quand le son a lieu dans une masse de gaz indéfiniment étendue en tous sens; de plus, quand le son se propage dans un gaz dont la densité varie graduellement, comme celle de l'air atmosphérique à mesure que nous nous élevons, l'intensité reste partout proportionnelle à la densité au point de départ. Les aéronautes ont toujours été frappés de l'intensité relative des bruits qui leur arrivent de terre, quelque haut qu'ils se soient élevés. Au

contraire un coup de pistolet tiré à une hauteur de 5000^m produit un bruit très faible (Saussure), en raison de la raréfaction de l'air, et quand le son arrive à terre, il est par suite à peine perceptible. — Soit dit sous forme de remarque digressive, il y a deux raisons accessoires qui font qu'un aéronaute perçoit les sons partis de Terre beaucoup plus distinctement que nous ne les percevons à la même distance sur le sol. Si le ballon se trouve (*à peu près*) sur la verticale du lieu d'où part le son, l'observateur reçoit non seulement l'onde sonore directe, mais encore l'onde sonore réfléchie par le sol; par cette raison déjà, le son est presque doublé en intensité. En outre, une onde qui se propage dans la plaine *lèche* continuellement le sol, se heurte contre mille et mille petits obstacles, et se trouve nécessairement réduite en intensité.

Par ce qui vient d'être dit, il nous est facile de prévoir ce qui devra avoir lieu, quant aux bolides, selon la profondeur à laquelle ils pénètrent dans notre atmosphère. A une centaine de mille mètres de hauteur, la densité de l'air est réduite à la valeur extrêmement petite de 0^{kgr},000 000 004, la température étant supposée réduite à $t = -200°$. Dans un tel milieu, le bolide le plus considérable, si vite qu'il se meuve, ne pourra produire aucun son perceptible; il pourra au contraire donner lieu à des phénomènes de lumière très intenses, parce que la température et la lumière dépendent, non de la *valeur absolue*, mais du *changement instantané* de la densité, produit par le choc du mobile contre les particules de l'air; dans ces régions élevées, un bolide dirigé tangentiellement à l'atmosphère aura aussi en général une trajectoire visible d'une très grande étendue. C'est ce que l'observation confirme pleinement (Voyez *L'Astronomie populaire* de M. Flammarion, p. 670 et suivantes). Ces considérations nous apprennent pourquoi un grand nombre de bolides, très éclatants, ne donnent lieu à aucun son perceptible.

2° *L'influence de la vitesse est évidente. Un même bolide passe souvent par tous les degrés de sonorité.* — Quelle que soit sa vitesse, au moment où il pénètre dans les hautes régions de l'atmosphère, le son produit est imperceptible; à mesure que le mobile traverse des couches plus denses, le bruit s'accroît, pour diminuer de nouveau à mesure que la résistance énergique de l'air réduit la vitesse; après l'explosion finale, qui est parfois très violente, et quand le phénomène se termine par une chute d'aérolithes, la vitesse de ces parcelles étant très affaiblie, on n'entend plus que des sifflements comme ceux de nos projectiles d'armes à feu. Ce qui vient d'être dit semblera étrange au premier abord; mais tout caractère d'étrangeté disparaîtra si l'on se rappelle que, pour un même témoin, la trajectoire visible la plus étendue est toujours parcourue en moins de deux ou trois secondes au plus.

3° *L'influence de la grandeur du bolide, c'est-à-dire celle de la surface qui*

frappe l'air, est tout aussi évidente que celle de la vitesse. — Si, comme tout nous porte à l'admettre, les *pluies périodiques* d'étoiles filantes sont effectivement les produits de la désagrégation de certaines comètes, les météorites de cette catégorie peuvent et doivent être en général de fort petites dimensions. Ceci toutefois n'est pas sans de fréquentes exceptions. Quoique pendant ces apparitions, l'immense majorité des étoiles filantes soient peu éclatantes et n'aient probablement que de faibles volumes, on en voit pourtant toujours quelques-unes qui surpassent considérablement en éclat et en diamètre apparent nos deux planètes les plus brillantes, Vénus et Jupiter, et qui souvent méritent réellement le nom de bolides.

4° *La configuration de la localité au-dessus de laquelle passe un bolide doit aussi, toutes choses égales, avoir une influence notable sur l'intensité du bruit.* — Dans une vallée, par exemple, la réflexion des ondes sonores contre la pente des montagnes peut contribuer à augmenter et à prolonger considérablement les effets. Je citerai deux exemples où il me semble que cette influence a été manifeste.

L'aérolithe tombé à Ensisheim (Haut-Rhin), le 7 novembre 1492, a laissé la plus profonde impression chez tous les témoins; c'est ce dont fait foi l'éloquence concise de l'une des épigraphes latines écrites sur le mur de l'église paroissiale où l'on a suspendu la pierre tombée :

DE HOC LAPIDE,
MULTI MULTA.
OMNES ALIQUID,
NEMO SATIS.

(De cette pierre, beaucoup ont dit beaucoup, tous ont dit quelque chose, personne n'a dit assez.)

La détonation a été entendue en Suisse : cantons d'Ury, de Schwitz, de Lucerne, c'est-à-dire bien en deçà du lieu de la chute de l'aérolithe. L'un des chroniqueurs raconte, avec assez d'étonnement, que le bruit à été au moins aussi fort à Lucerne qu'à Ensisheim même, puisque dans la ville suisse on a cru que les édifices allaient s'écrouler. (De Lucerne à Ensisheim, il y a en ligne droite près de 110^{km}). On peut très bien attribuer le renforcement du roulement produit par le passage du bolide à la position de Lucerne aux pieds des Alpes et aux bords d'un lac très étendu.

Le second exemple que je citerai est peut-être plus frappant encore. J'ai parlé dans mon Mémoire [1] du bolide qui, pendant l'automne de 1845, a passé au-dessus de notre localité vers 9^h du soir; j'ai signalé surtout

[1] Voir *L'Astronomie*, N°s de juin et juillet 1883.

l'éclat extraordinaire qu'a dû répandre ce météore pour devenir aussi visible à travers un épais brouillard de novembre. Le bolide se dirigeait de l'Est à l'Ouest; il a passé au-dessus des Vosges et a éclaté du côté de Nancy, où il a été bien observé, puisque le ciel était clair. — Peu d'instants après son passage au-dessus de nous, mon frère a entendu une détonation sourde suivie d'un long roulement dont l'intensité n'avait rien de frappant. — A 10^{km} de chez nous, dans une maison de maître située dans la vallée de Munster, une famille était réunie pour le repas du soir : la détonation due au passage du bolide a été telle, que tout le monde s'est précipitamment sauvé de la maison, croyant qu'elle allait s'écrouler. Du côté de Nancy, où a eu lieu l'explosion réelle du bolide, les témoins n'ont pas fait mention d'un bruit particulièrement fort. Il me semble qu'on ne saurait guère attribuer à autre chose qu'à l'action des montagnes le renforcement du son dans la localité dont je parle.

Les circonstances accessoires que nous venons de mentionner font comprendre les gradations qui existent à l'infini depuis l'étoile filante, silencieuse et à peine visible, jusqu'au bolide, d'un diamètre apparent qui surpasse parfois celui de la Lune, d'un éclat plus vif que celui du plus vif éclair et accompagné de détonations et puis de chute d'aérolithes. Nous n'avons plus à nous occuper de ces détails; nous n'avons à nous arrêter qu'à deux faits essentiels. J'ai déjà parlé de l'un; j'y reviens d'une façon plus nette encore.

IV.

Certains bolides, doués d'une vitesse suffisante, d'une masse assez grande, et pénétrant assez profondément dans notre atmosphère, doivent, avons-nous dit, produire sur tout le cours de leur trajectoire un bruit éclatant, analogue à celui du tonnerre ou d'explosion de pièces d'artillerie. Lorsqu'un tel bolide passe au-dessus de nous pour aller éclater à 500^{km} ou 600^{km} de distance, ce n'est, du moins pas généralement et nécessairement, le bruit de l'explosion même que nous percevons. La détonation que nous entendons dérive, non toujours, mais la plupart du temps, de l'onde sonore qui se développe sur toute l'étendue du passage, presque instantané, du bolide, et qui, pour nous, a naturellement pour origine le point le plus rapproché de la trajectoire. — Ce fait saillant nous montre comment on a pu et dû très souvent exagérer énormément la distance à laquelle a été perçu le bruit de la rupture réelle de certains bolides. Pour affirmer que c'est cette explosion qui a été entendue à la distance colossale de 400^{km} ou 500^{km}, comme on en cite des exemples, il faudrait être sûr que les témoins se trouvaient *au delà* du point où s'est produite la rupture en éclat de l'aérolithe. Les témoins

ne centre,
approchés
us que j'ai
s témoins
e prouver

le hauteur
ait certai-
ous.
ige parmi
le bonnes
explosion
ussmann,
ances. —
urent lieu
vitre de
bâtiments
s avec du
des deux
urel dans
à 3^{km} de
nombre
pourtant
plus de
nt de vue
d'œuvre.
scussion.
n village
dégât de
nple. La
céréales;
ontraire,
sonore a
d'obsta-
pé de la
iges, on
nerons).
uestion,
sent été
ible de

l'éclat extra
visible à tra
l'Est à l'Oues
où il a été b
son passage
suivie d'un
10km de che
Munster, un
au passage
sauvé de la
eu lieu l'exp
bruit partic
autre chose
localité dont
Les circon
prendre les
cieuse et à p
passe parfoi
et accompag
plus à nous
faits essenti
encore.

Certains b
et pénétrant
dit, produir
logue à cel
bolide passe
tance, ce n'e
l'explosion
dérive, non
développe s
qui, pour n
la trajectoir
souvent exa
la rupture r
qui a été en
cite des exe
du p

7128 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

placés en deça, sur la demi-circonférence décrite de ce point comme centre, de façon à couper la trajectoire, se trouvaient en effet tous plus rapprochés de celle-ci que du point de départ central.—En partant des relations que j'ai sous main, il m'a été impossible de vérifier s'il y a jamais eu des témoins de la première catégorie. Une considération frappante me semble prouver que ce cas ne s'est jamais présenté :

Une explosion de bolide qui aurait lieu à une trentaine de kilomètres de hauteur et qui serait assez puissante pour se faire entendre à 500^{km} produirait certainement des effets mécaniques désastreux dans la localité située au-dessous.

A l'appui de ce qui vient d'être dit, je citerai un fait qui se range parmi mes plus anciens souvenirs, souvenir bien vivant encore, et par de bonnes raisons. — J'ai été comme enfant témoin, *aux premières loges*, de l'explosion d'une poudrerie contigue à la fabrique de toiles peintes de MM. Haussmann, au Logelbach, et je m'en remémore parfaitement toutes les circonstances. — L'explosion des moulins à poudre et celle du magasin principal eurent lieu presque simultanément (1822, 26 juillet, 7^{h}30^{m} du matin). Pas une vitre de la fabrique Haussmann ne resta entière; les murs de plusieurs bâtiments très solides furent lézardés (ces cicatrices, imparfaitement masquées avec du mortier, se voient encore aujourd'hui). Les distances des bâtiments des deux usines allaient de 250^{m} à 500^{m} à peine; il n'y a donc rien que de naturel dans les effets mécaniques que je signale. Mais à Colmar, c'est-à-dire à 3^{km} de distance, l'onde sonore fut encore assez puissante pour briser bon nombre de carreaux. Les relations des journaux de l'époque ne permettent pourtant pas d'affirmer que cette détonation si violente ait été entendue à plus de 100^{km} ou 120^{km}. Je pourrais relater plus d'un fait intéressant au point de vue de la Physique et de la Mécanique; mais ce seraient ici des hors-d'œuvre. Je m'arrête pourtant à l'un d'eux, qui rentre pleinement dans la discussion.

J'ai dit qu'à Colmar, il y eut des vitres brisées par le son. Dans un village notablement plus rapproché de la poudrerie, on ne remarqua aucun dégât de cette nature. La raison de cette singularité apparente est très simple. La plaine comprise entre Colmar et le Logelbach n'est couverte que de céréales; celle qui se trouve entre le village indiqué et le Logelbach est, au contraire, couverte de vignes à échalas très élevés. Dans un cas donc, l'onde sonore a *léché* une surface très unie; dans l'autre elle a rencontré des milliers d'obstacles et s'est affaiblie sur une certaine hauteur (j'ai souvent été frappé de la distance relativement très petite à laquelle, pendant les vendanges, on entend les chants joyeux, j'allais dire, les cris discordants de nos vignerons). Il est indubitable que si une explosion, comme celle dont il est question, avait éclaté à 3000^{m} *au-dessus* de Colmar, les effets mécaniques eussent été plus considérables encore. Et si à la détonation, relativement faible, de

notre poudrerie, nous substituons celle d'un bolide, capable d'être perçue à 400^{km}, nous pourrons élever le lieu de l'explosion de plusieurs milliers de mètres et voir se produire encore des effets désastreux sur terre, immédiatement au-dessous.

V.

Le second fait, que je n'ai pas encore indiqué, est relatif au *mécanisme* même de l'explosion d'un bolide, si je puis ainsi m'exprimer. Deux causes très différentes donnent lieu simultanément à la détonation.

1° La masse minérale, arrivant dans notre atmosphère à la température de l'espace, c'est-à-dire à près de 200° au-dessous de zéro, se trouve tout d'un coup enveloppée d'un gaz que la compression porte à + 4000°, + 5000°, et peut-être plus loin encore; elle finit par éclater en milliers de fragments, à peu près comme un caillou de fort volume que nous jetons dans un feu très vif; mais cette cause, d'ailleurs évidente et la seule mentionnée jusqu'ici, du bruit explosif, est certainement secondaire par rapport à la suivante.

2° Par le fait de sa rupture en fragments, la surface du mobile se trouve instantanément et considérablement augmentée; tous ces fragments, qui sont encore animés d'une grande vitesse, échauffent l'air ambiant par la percussion, comme le faisait le bolide, unique d'abord; le volume de cet air se trouve ainsi brusquement accru, comme celui des gaz que produit l'explosion de la nitroglycérine, du chlorure d'azote, etc.

La seule inspection de la figure donnée, p. 630, dans *Le Ciel*, de M. A. Guillemin (5e édit.), nous fait comprendre la forme du phénomène, mieux que je ne viens de la décrire. Cette explosion de bolide, observée et dessinée par le lieutenant Ailesbury (Quenngouck, 27 décembre 1857) est une des plus frappantes qu'on puisse citer.

VI.

Les lecteurs de cette *Revue* me pardonneront d'être revenu sur un sujet que j'y avais déjà examiné, et d'avoir cherché à combler encore quelques lacunes. Ce sujet peut être considéré comme l'un des plus beaux dont se soit enrichi le domaine de nos Sciences cosmogoniques. Il n'y a pas un grand nombre d'années encore, les étoiles filantes, acceptées par le public comme chose fort naturelle, comme tout ce qu'on voit souvent, étaient regardées, par beaucoup de savants, comme des produits de notre atmosphère : inflammations de gaz, phénomènes électriques (l'électricité offre toujours de grandes ressources quand, dans une interprétation, on ne sait plus se tirer d'affaire). L'une des intelligences les plus richement douées de ce siècle, l'une des plus portées à la généralisation, Humboldt, dans la relation de son voyage en Amérique, ne se pro-

nonce pas encore sur la nature des étoiles filantes. Les aérolithes étaient tenus pour des *concrétions* de l'air atmosphérique, ou niés par les savants plus prudents, ce qui est à la fois plus sommaire et plus commode. Aujourd'hui, étoiles filantes, bolides, aérolithes ont passé sous les lois précises de l'Astronomie; la Chimie a permis de les classer en familles; la Physique nous rend compte, dans les plus minimes détails, de tous les phénomènes qui accompagnent l'entrée de ces astres microscopiques dans notre atmosphère; que dis-je! elle nous met à même de rectifier souvent des observations défectueuses ou faites par des témoins étrangers aux Sciences.

Pour un public de lettrés encore assez nombreux, nos Sciences ont la réputation de dessécher l'âme; les interprétations rigoureuses qu'elles donnent des phénomènes de la nature auraient pour première conséquence de tout dépoétiser : ce qui, par parenthèse, revient à dire que la Nature elle-même est sèche et prosaïque. S'il est pourtant une *explication* qui donne un démenti éclatant à de pareilles opinions, c'est celle de tout l'ensemble du phénomène des étoiles filantes. Ces filles vagabondes et capricieuses de l'air, qui passaient pour favoriser la réalisation de vœux faits pendant leur courte apparition, et que d'aucuns eussent volontiers classées dans l'incognoscible, sont devenues de par la Science, des membres bien définis du Monde sidéral. Astéroïdes infiniment petits, les unes sont les produits de la désagrégation de certaines comètes et restent, sous forme d'anneaux elliptiques, sur la trajectoire que parcouraient jadis ces astres chevelus autour du Soleil; elles ne deviennent visibles pour nous que par suite de la rapidité avec laquelle elles traversent l'atmosphère, quand la Terre passe par leur orbite. D'autres, d'une origine, mais non sans doute d'une nature différente, manifestent leur existence sous une forme continue et encore plus régulière, dans les ANNEAUX DE SATURNE; ici, ce n'est plus un phénomène transitoire d'incandescence, c'est la lumière solaire qui nous les rend visibles. D'autres tournant autour de l'astre central sous forme d'un anneau presque circulaire, sont rendues visibles aussi par la lumière solaire et se manifestent à nous dans la LUMIÈRE ZODIACALE (*peut-être*). D'autres enfin, étoiles filantes proprement dites, mais sporadiques, devenant visibles par leur passage à travers l'atmosphère terrestre, *semblent* décrire des courbes ouvertes et par conséquent ne plus appartenir à notre système solaire. Nous disons : *semblent*. Si, en effet, leur orbite n'est pas fermée, ces voyageuses, qui nous arriveraient des profondeurs les plus reculées de l'Espace *et dont personne ne peut dès lors fixer les limites possibles de grandeur*, deviendraient des menaces continues pour les membres de notre système planétaire. Le rôle des étoiles filantes est bien changé, on le voit, par la Science moderne. La vraie et grande poésie y a-t-elle perdu? — Non certes, et nous pouvons au-

jourd'hui presque juger du degré de culture intellectuelle, du sens du beau et du grand d'un homme, par les sentiments qu'il éprouve à la vue d'un de ces astres errants.

G.-A. HIRN.

LES AURORES BORÉALES.

[*Suite et fin* (¹).]

Il nous reste, pour compléter notre exposition générale sur ces importants et curieux phénomènes, à traiter de la périodicité des aurores et des théories diverses émises pour les expliquer.

VIII. — PÉRIODICITÉ DES AURORES POLAIRES.

Nous pouvons diviser cette étude en trois parties : 1° la période diurne, 2° la période annuelle et 3° les périodes dites séculaires, dont le cycle peut comprendre un plus ou moins grand nombre d'années.

1° *Période diurne des aurores polaires.*

A la suite d'observations recueillies dans tous les pays, on a pu reconnaître que l'apparition des aurores boréales présente incontestablement une période diurne, c'est-à-dire qu'elles se manifestent en plus grand nombre à certaines heures dans chaque pays.

A Bossekop, d'après Bravais, l'apparition des arcs auroraux avait lieu en moyenne à 7^h50^m du soir; celle des rayons à 8^h30^m, celle des plaques à 11^h20^m; les lueurs palpitantes se produisaient en moyenne vers 1^h30^m du matin, et les aurores colorées principalement entre 10^h et 11^h du soir. L'heure du maximum des aurores varie suivant les latitudes et semble retarder à mesure que l'on s'approche davantage des pôles. L'heure maximum est 8^h45^m du soir à Prague; 9^h15^m à Oxford; 9^h30^m à Upsal; 10^h à Christiania et au Canada; 10^h30^m à Bossekop; minuit au fort de Simpson et au lac Athabasca (Amérique anglaise); 1^h30^m du matin à Pointe-Barrow (Alaska) et enfin entre 4^h et 6^h du matin à Godthaab (Groënland).

En général, cette variation diurne ne présente qu'un maximum bien net; cependant Palander et Wijkander ont trouvé au Spitzberg deux maxima, l'un à 10^h30^m du soir, l'autre à 4^h30^m du matin, séparés par un minimum principal à minuit et demi et un minimum secondaire à 1^h30^m du matin. M. Sophus Tromholt explique les variations diurnes par un déplacement ou oscillation de cette zone aurorale, oscillation qui s'effectuerait dans le cours d'une journée. D'après lui, l'heure du maximum pour les contrées les plus

(¹) Voir *L'Astronomie,* février 1886, p. 57, mars, p. 88, et mai, p. 171.

méridionales, comme le sud de l'Europe, serait celle où la zone aurorale serait le plus au Sud; c'est-à-dire entre 8^h et 9^h du soir, tandis qu'au même moment ce serait l'heure du minimum pour les régions situées au nord de la zone, comme Godthaab au Groënland.

Cette explication soulève deux objections : dans tous les pays qui se trou-

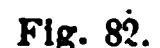
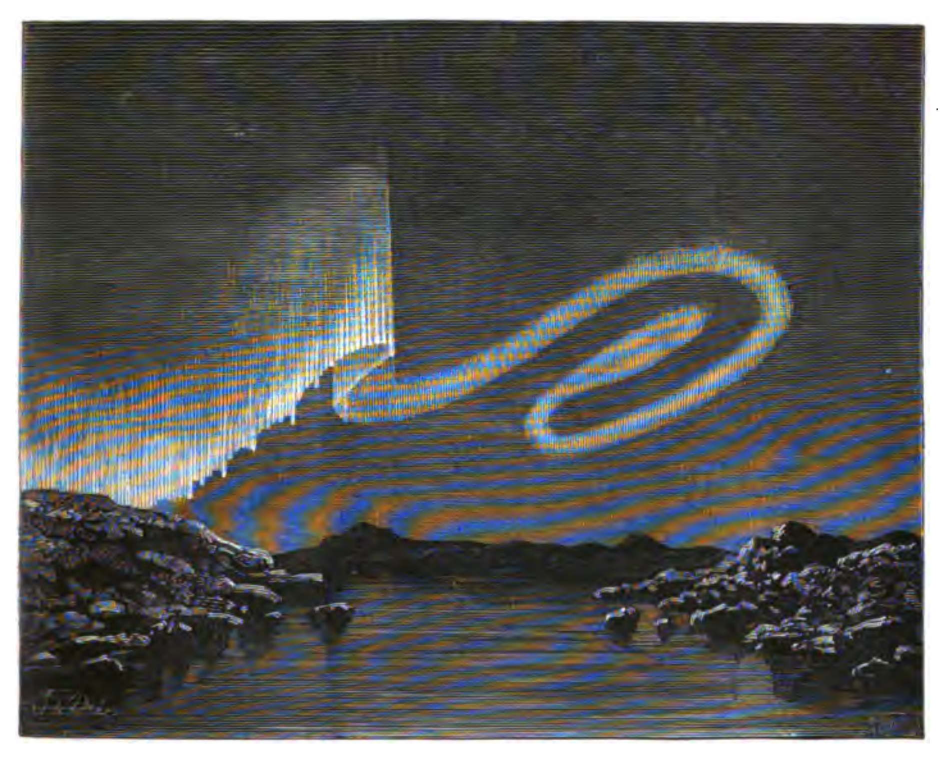


Fig. 82.



Aurore boréale observée à Bossekop le 30 décembre 1838, à 8^h 32^m du soir, dans le Nord-Ouest.

vent sur le parcours de la zone aurorale, il devrait y avoir chaque jour deux maxima aux deux époques où cette zone passe au zénith, soit dans son mouvement vers le Nord, soit dans son mouvement vers le Sud; or, jusqu'à ce jour l'existence de deux maxima diurnes n'a été observée qu'en un seul point, par l'expédition suédoise, en 1872-1873.

L'autre objection est que, si la zone aurorale effectuait chaque jour un mouvement d'oscillation d'ensemble, l'heure du maximum devrait, pour tous les pays situés du même côté et à la même distance de cette zone, correspondre à peu près au même temps absolu, tandis qu'elle semble correspondre beaucoup plus au temps local. C'est ainsi que le maximum se présente à 10^h du soir, temps local, aussi bien en Norvège qu'au Canada, quoiqu'il y ait en réalité une différence absolue de six heures.

2° *Période annuelle des aurores polaires.*

Il est très difficile de déterminer la période annuelle des aurores polaires, étant donnée la variabilité de longueur des jours dans les latitudes moyennes et principalement dans les latitudes élevées où les aurores sont le plus fréquentes. Cette fréquence est d'autant plus longue que les nuits sont longues par rapport aux jours. Cependant la différence n'est pas dans le même rapport, car la durée des aurores étant assez longue, il arrive que l'on peut apercevoir pendant la nuit la fin d'aurores qui auraient commencé le jour, d'autant plus que le maximum de fréquence tombe précisément pendant la nuit.

C'est à Mairan que l'on doit d'avoir découvert la loi de périodicité des aurores. Il a reconnu que c'est vers le mois d'avril et d'octobre qu'elles sont le plus fréquentes, et le plus rares en janvier et juin.

Ces résultats ont été confirmés par toutes les observations faites depuis. Dans les environs de Paris, par exemple, sur cent aurores boréales on en observe environ, dans chaque mois, les nombres suivants :

Janvier.......	6	Mai...........	8	Septembre.....	14
Février.......	8	Juin..........	2	Octobre........	18
Mars..........	8	Juillet........	5	Novembre.....	8
Avril.........	9	Août.........	8	Décembre.....	6

En Suède, les proportions sont les suivantes :

Janvier.......	11	Mai...........	1	Septembre.....	13
Février.......	12	Juin..........	0,5	Octobre........	15
Mars.........	13	Juillet........	0,5	Novembre.....	11
Avril.........	7	Août.........	5	Décembre.....	11

Ces différences proviennent évidemment de ce qu'en Suède les nuits sont beaucoup plus courtes pendant l'été qu'en France, et beaucoup plus longues pendant l'hiver.

D'après les observations d'aurores effectuées pendant seize ans à Godthaab (Groënland) par M. Kleinschmidt, la proportion d'aurores pour chaque mois se trouverait être la suivante :

Janvier.......	17	Mai...........	0	Septembre.....	8
Février.......	14	Juin..........	0	Octobre........	14
Mars.........	10	Juillet........	0	Novembre.....	16
Avril.........	3	Août.........	0	Décembre.....	18

Weyprecht explique ces variations par une oscillation périodique de la zone du maximum de fréquence des aurores. D'après lui, cette zone descendrait et remonterait régulièrement deux fois par an, de manière à occuper

sa position la plus méridionale aux équinoxes, et sa position la plus septentrionale aux solstices. Cette hypothèse semble donc bien d'accord avec tous les faits connus jusqu'ici.

Les objections faites au sujet de la théorie de M. Sophus Tromhold relativement à la période diurne, ne peuvent être applicables à celle de la période annuelle.

3° Période séculaire des aurores polaires.

Malgré la difficulté provenant du manque d'observations régulières s'étendant sur un long espace de temps, on est arrivé à découvrir dans les apparitions de l'aurore de longues périodes fort intéressantes. Mairan déjà eut l'idée de cette périodicité des aurores boréales; il parle des *reprises* de l'aurore, c'est-à-dire des *maxima* de fréquence, en s'appuyant sur les chroniqueurs et les historiens de l'antiquité, et cherche même déjà à établir s'il n'y aurait pas une relation entre les intermittences des taches du Soleil et l'apparition des aurores polaires.

Ce qui parait favoriser cette idée, dit-il dans son traité de l'aurore boréale, 1733, c'est que depuis cinq ou six ans que les aurores boréales sont devenues si fréquentes, les taches du Soleil l'ont été aussi beaucoup. On sait encore qu'au commencement du siècle dernier, après l'invention des lunettes, on ne voyait presque jamais le Soleil sans taches; et il y en avait quelquefois des amas si considérables que le P. Scheiner dit y en avoir compté une fois jusqu'à cinquante. Elles devinrent ensuite plus rares, de sorte que depuis le milieu du siècle jusqu'à 1670, c'est-à-dire pendant l'espace d'une vingtaine d'années, on n'en put trouver qu'une ou deux et qui parurent même fort peu de temps. Or, comme nous l'avons vu, il y eut un grand nombre d'aurores boréales au commencement de ce siècle et jusqu'au delà de 1621; après quoi l'on n'en entend plus parler jusqu'en 1686.

Depuis Mairan, on a cherché à expliquer la périodicité des aurores de différentes manières; mais, en fin de compte, on en est revenu à penser comme lui et à chercher une relation entre cette périodicité et les taches du Soleil.

La périodicité des taches solaires fut reconnue à la suite des travaux d'un grand nombre d'observateurs, a été définitivement établie par M. Rudolf Wolf, de Zurich. D'après lui, les taches solaires offriraient une période de 11 ans $\frac{1}{9}$ divisée en deux parties inégales. Il s'écoulerait en moyenne 6 ans entre un *maximum* et le *minimum* qui le suit, et 5 ans entre ce dernier et le retour au *maximum*.

D'après cet astronome, les *maxima* et les *minima* des taches solaires seraient tombés, depuis le commencement du XVIIe siècle, aux époques suivantes :

TACHES SOLAIRES.

MAXIMA.	MINIMA.	MAXIMA.	MINIMA.
1615-16..............	1619	1761-62..............	1766-67
1626.................	1634	1770.................	1775-76
1639-1640............	1645	1778.................	1785
1649.................	1655	1788.................	1798
1660.................	1666	1804.................	1811
1675.................	1679-80	1816.................	1823
1685.................	1689-90	1830.................	1834
1693.................	1698	1837.................	1843-44
1605-06..............	1712	1848.................	1856
1718.................	1723-24	1860.................	1867
1727-28..............	1734	1871.................	1879
1739.................	1745	1884.................	
1750.................	1755		

Après de nouvelles constatations faites en 1852 par Sabine, Wolf et Gauthier, on en vint à vouloir trouver des relations entre les taches solaires et tous les éléments météorologiques. Toutes ces recherches, qui ne conduisirent la plupart du temps qu'à des relations illusoires, apportèrent cependant quelques observations intéressantes au sujet des aurores boréales, et M. H. Fritz semble avoir le premier posé comme une loi que le nombre et l'importance des aurores boréales suivent les mêmes variations que les taches du Soleil.

Malgré cet accord il y a, dans le détail, d'assez grandes divergence. La courbe des aurores boréales est beaucoup moins régulière que celle des taches du Soleil; souvent les *maxima* et les *minima* avancent ou retardent sur les époques correspondantes des taches solaires.

Cependant, malgré ces divergences, on est conduit à admettre une relation certaine entre les aurores polaires et les taches du Soleil, et également entre ces taches et le magnétisme terrestre. Les relations entre les aurores et les taches s'affirmeront encore d'une manière plus nette lorsqu'on aura mieux déterminé les différentes sortes d'aurores, et que les observations se feront dans des lieux bien limités, où la période des aurores se présentent avec les mêmes caractères.

IX. — Théories sur les aurores polaires.

L'aurore boréale est de tous les phénomènes celui qui, peut-être, a fourni le plus de théories; déjà les Grecs s'en étaient occupés, et depuis lors les hypothèses et les théories se sont tellement multipliées, qu'il serait impossible non seulement de les analyser, mais même de les citer. On peut les partager en quatre classes distinctes : les théories cosmiques, les théories optiques, les théories magnétiques et les théories électriques.

1° *Théories cosmiques.*

Parmi les théories cosmiques, celle qui fit le plus de bruit, fut celle de Mairan, qui écrivit son *Traité de l'aurore boréale* pour l'exposer. Il attribuait les aurores boréales à la *lumière zodiacale*. Déjà, au siècle précédent, Cassini avait étudié ce phénomène, et après lui Mairan. On reconnut alors que la lumière zodiacale est une sorte de lentille immense, formée de particules matérielles et entourant l'équateur solaire. Le rayon de cet anneau, variable avec le temps, est toujours très grand et peut même atteindre quelquefois ou dépasser le rayon de l'orbite terrestre.

Mairan faisait provenir l'aurore boréale de l'inflammation de la matière de la lumière zodiacale attirée par la Terre, « soit par elle-même, soit par sa » collision avec les particules de l'air, ou par la fermentation due au mélange » de l'air. »

Dès l'origine, cette théorie eut un très grand succès; mais il y fut fait cependant quelques objections, et, entre autres, une sans réplique. c'est-à-dire que si l'aurore boréale n'a aucune relation avec l'atmosphère, elle devrait montrer un mouvement de l'Est à l'Ouest, comme tous les corps célestes.

Bravais, à Bossekop, prouva qu'au contraire les mouvements de l'aurore polaire sont beaucoup plus souvent dirigés dans le sens contraire. « Ces » remarques, conclut-il, me paraissent ruiner toute hypothèse qui attribue- » rait l'aurore boréale à une matière cosmique, originairement étrangère à » notre globe. »

Comment se rendre compte, dans cette hypothèse, de la période diurne si évidente que suivent les formes de l'aurore boréale et de l'absence de toute période pareille dans les mouvements? Comment comprendre que la variation diurne puisse se retrouver là où elle ne devrait pas exister, et soit nulle là où elle devrait au contraire se montrer?

Les théories cosmiques se trouvent évidemment condamnées, et il faut absolument considérer l'aurore boréale comme un phénomène terrestre.

2° *Théories optiques.*

Les théories optiques ont eu pour point de départ les relations qui existent entre l'aurore polaire et certains nuages, notamment les *cirro-stratus*. Ces théories remontent très haut, car on lit dans le *Miroir du Roi* (speculum regale ou su Konunglega Skugg-Sia), ouvrage écrit en Norvège à la fin du XIIe siècle :

« D'aucuns disent qu'elle (l'aurore polaire) n'est que la réflexion de la lumière du Soleil, quand celui-ci se trouve au-dessous de l'horizon; d'autres prétendent enfin qu'elle est produite par la glace qui rayonne pendant la nuit la lumière qu'elle a absorbée pendant le jour. »

L'hypothèse de l'aurore polaire produite par la réflexion de la lumière du Soleil sur des particules glacées, a été admise par Descartes, Ellis, Frobesius, Hell, etc.. et enfin par sir John Franklin, F.-V. Raspail, et jusqu'en 1873, par M. Wolfert.

Cette opinion ne tient pas compte des relations de l'aurore polaire avec le magnétisme terrestre. En outre, dans nos latitudes, les aurores sont extrêmement élevées et atteignent jusqu'à 200 kilomètres d'altitude. Or, il n'existe aucun nuage aussi élevé qui puisse réfléchir sur nous la lumière du Soleil. Quand aux aurores qui paraissent dans les latitudes élevées, leur peu de hauteur s'oppose également à ce qu'elles reçoivent la lumière du Soleil.

Dans le *Miroir du Roi*, il est parlé d'une autre théorie qui attribuerait les aurores polaires à une phosphorescence. La phosphorescence peut exister, et existe même probablement, mais ne peut d'aucune façon être considérée comme une cause. Angstrœm et M. Rand Capron inclinent à considérer la raie jaune verdâtre et brillante qui apparaît dans le spectre de l'aurore comme un phénomène de phosphorescence ou de fluorescence; mais ce phénomène n'a aucune relation avec la cause des aurores polaires.

3° *Théories magnétiques.*

La théorie magnétique rend mieux compte des phénomènes et compte un grand nombre de partisans. Le célèbre Halley en 1716 supposa le premier que les aurores pourraient être dues à une vapeur magnétique lumineuse par elle-même. Cette vague opinion ne fut pas adoptée, car jusqu'alors l'électro-magnétisme était inconnu.

Ce n'est qu'en 1793 que cette théorie prit une certaine consistance à la suite des observations publiées par Dalton, sur les aurores boréales, et à la suite desquelles il admet que les rayons de l'aurore sont composés de matières ferrugineuses, magnétiques par elles-mêmes ou aimantées sous l'influence de la Terre, orientées par celle-ci le pôle Nord en bas et servant de conducteurs à des décharges électriques silencieuses entre les couches les plus élevées de l'atmosphère et d'autres couches plus basses. Il finit par conclure que l'aurore agit sur le magnétisme de la surface de la Terre.

Biot, en 1820, reprit cette idée qui fut également soutenue par Baumhauer d'Utrecht en 1844. Ce dernier attribua les particules ferrugineuses, non à des éruptions volcaniques comme Dalton, mais à la chute de matières cosmiques, qui, par leur incandescence au moment de leur chute, produiraient l'aurore. Cette théorie fut soutenue plus récemment encore par MM. Denison Olmsted (1856), Fœrster (1870), Zehfuss (1871), Toppler (1872) et enfin Gronemann (1875).

La chute bien constatée de poussières ferrugineuses à plusieurs

reprises et même de fer météorique dans les régions polaires peut servir d'argument à cette théorie. On peut encore s'appuyer sur l'analyse spectrale des aurores polaires qui montre que les raies de leur spectre sont assez voisines de quelques unes des raies du fer. Cette théorie semblerait assez bien se prêter à expliquer les relations existant entre les aurores polaires et le magnétisme terrestre s'il ne se soulevait, d'autre part, d'assez nombreuses objections. D'abord l'analogie existant entre les raies de l'aurore et celles du fer est loin d'être décisive ; les raies de l'aurore ne sont voisines que d'un très petit nombre des raies du fer, et les plus brillantes parmi celles-ci ne sont pas représentées dans le spectre de l'aurore. D'un autre côté dans l'hypothèse de poussières interplanétaires, il serait difficile de comprendre pourquoi les aurores ne se produisent jamais dans la zone équatoriale et surtout pourquoi leur fréquence diminue depuis la zone du maximum jusque vers les pôles. Avec l'hypothèse de poussières volcaniques, comment d'autre part expliquerait-on la cause des périodes diurne et annuelle de l'aurore.

On peut considérer comme une coïncidence fortuite les chutes de poussières observées très rarement en Europe. Aucun observateur n'a signalé de chutes analogues dans les régions polaires, où cependant les aurores sont d'une très grande fréquence. Ajoutons encore qu'il est inadmissible que des poussières puissent agir assez puissamment sur l'aiguille aimantée pour causer des déviations de plusieurs degrés.

Toutes ces raisons nous font rejeter la théorie magnétique comme nous l'avons fait pour les précédentes.

4° *Théories électriques.*

Ce fut Canton qui, en 1753, fut le premier à rapporter les aurores boréales à un phénomène électrique, en faisant remarquer la grande analogie existant entre les aurores et les lueurs électriques produites dans l'air raréfié. Ces idées furent étudiées depuis par Priestley, Éberhard, Frisi, Pontoppidon, Benjamin Franklin, etc., etc. En 1834, Fisher soutint que les aurores boréales étaient un phénomène électrique dû à l'électricité positive de l'atmosphère.

Dove s'approcha probablement beaucoup plus de la vérité en attribuant l'origine des aurores boréales aux perturbations magnétiques de l'intérieur de la Terre. Cette hypothèse est d'autant plus remarquable qu'elle précédait la découverte faite en 1831 par Faraday, des courants d'induction produits par les déplacements ou les variations des aimants.

On crut un instant que A. de la Rive avait trouvé la solution définitive du phénomène. D'après lui les aurores polaires seraient produites par l'élec-

tricité positive portée aux pôles par les vents alisés de l'équateur. Là elle s'accumulerait et attirerait au-dessous d'elle l'électricité négative du sol; ces deux électricités se condensant s'enflammeraient à la suite de décharges. De la Rive imagina même, en 1862, un appareil pouvant produire des apparences d'aurores; mais cette expérience exigeant des conditions qui ne peuvent évidemment se rencontrer dans l'atmosphère, il est prudent de rejeter cette solution de même que celle que M. Gaston Planté a obtenue avec sa puissante machine secondaire, quand on plonge l'électrode négative dans un vase d'eau salée, et en approchant l'électrode positive des parois humides de ce vase.

De toutes les expériences tentées jusqu'à ce jour, celle qui a été faite par M. Lemström est certainement celle qui se rapproche le plus du phénomène naturel : une boule métallique armée de quelques pointes communique avec un des pôles d'une machine de Holtz dont l'autre pôle est relié au sol. A une certaine distance de cette boule on place des tubes de Geissler, dont les extrémités postérieures sont reliées au sol, tandis que les extrémités antérieures, celles qui regardent la boule, sont isolées. Une fois la machine Holtz en mouvement, les tubes Geissler s'illuminent, bien qu'il y ait entre eux et la boule une épaisseur d'air de deux mètres environ. Le passage lent de l'électricité suffit donc pour illuminer de l'air suffisamment raréfié.

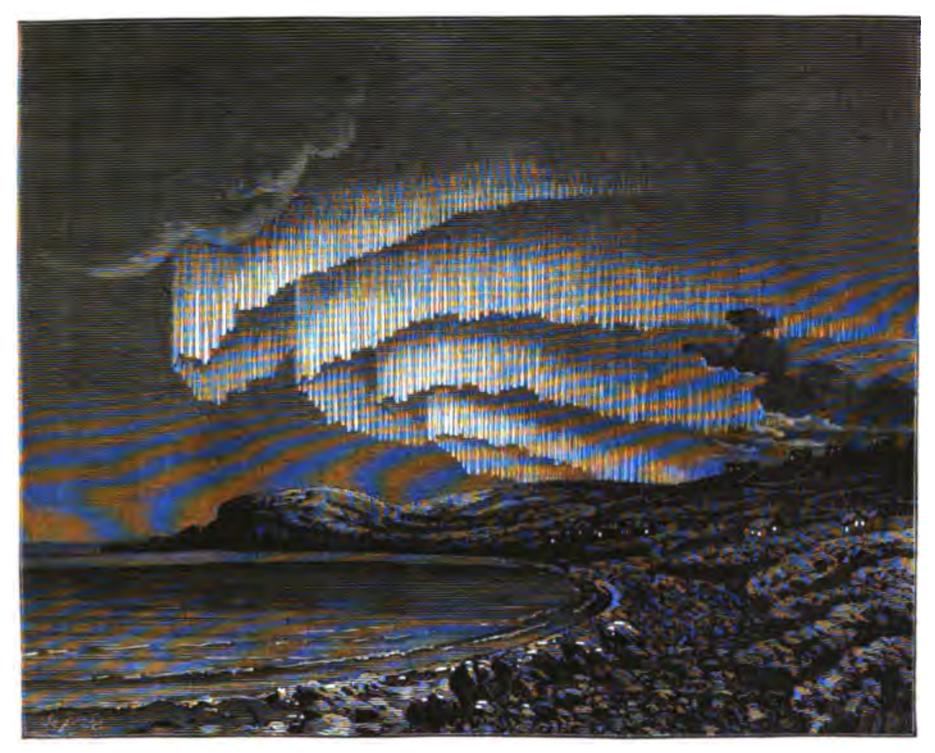
M. Edlund vient dernièrement de publier une théorie qui semble discuter le phénomène de la manière la plus complète. Il part des phénomènes dits *d'induction unipolaire*, découverte par M. W. Weber et qu'il a lui-même complètement étudiés. On désigne ainsi des courants qui prennent naissance dans chaque moitié d'un manchon métallique enveloppant un aimant, quand on fait tourner le manchon autour de l'aimant. Les courants se produisent de la même manière, que l'aimant reste immobile ou qu'il soit au contraire entraîné dans le même mouvement que le manchon.

On peut expliquer les phénomènes du magnétisme terrestre en supposant que la Terre contient dans son intérieur un aimant à deux pôles. La terre étant un corps assez bon conducteur animé d'un mouvement de rotation, on peut l'assimiler au manchon et elle sera ainsi parcourue par des courants dus à l'induction unipolaire.

Dans la supposition que l'axe de l'aimant de la Terre coïncide avec l'axe de rotation, c'est-à-dire avec la ligne des pôles géographiques, M. Edlund a montré qu'une molécule électrique prise à la surface de la Terre était soumise à deux forces, l'une verticale de bas en haut qui tend à chasser cette molécule dans l'air, l'autre tangentielle, qui, dans chaque hémisphère, tend à la rapprocher du pôle le plus voisin. Cette deuxième force est nulle à l'équateur, tandis que la première est maximum à l'équateur.

Sous l'influence de ces actions, l'électricité quitte le sol pour s'accumuler dans l'atmosphère ; celle-ci prend donc un accès d'électricité par rapport au sol, ce qui correspond au fait bien connu que le potentiel électrique va en croissant quand on s'élève dans l'atmosphère. Or les recherches de M. Edlund ont contribué beaucoup à nous apprendre que les gaz très raréfiés con-


Fig. 83.



Aurore boréale observée à Bossekop le 21 janvier 1839, à 6h du soir, dans le Nord-Est.

duisent bien l'électricité. Une fois arrivée suffisamment haut dans l'atmosphère, l'électricité peut donc obéir sans difficulté aux forces qui l'entraînent vers les régions polaires. Pour redescendre, cette électricité a deux moyens : ou bien les décharges disruptives à travers l'atmosphère, ce sont les orages des régions équatoriales et des latitudes moyennes ; ou bien les décharges lentes sous forme de courants continus, qui se produisent dans les latitudes élevées et donnent naissance aux aurores polaires.

Ces courants continus pourraient se produire au pôle même, puisque la force verticale y est nulle ; mais, en général, l'électricité de l'atmosphère rentrera au sol avant d'atteindre le pôle, à condition de suivre la direction de l'aiguille d'inclinaison. Pour s'écouler dans le sol, en suivant cette direction, l'électricité n'a donc à vaincre que la résistance de l'air ; or il arrive un point

où la tension électrique devient très grande et où l'électricité des hautes régions doit s'écouler dans le sol en courants suivant la direction de l'aiguille d'inclinaison.

Cette théorie explique d'une manière remarquable les phénomènes qui accompagnent les aurores des régions polaires, mais qui, sauf de rares exceptions, n'agissent pas sur les boussoles et ne font pas sentir leur présence dans les latitudes moyennes ; cette théorie est moins satisfaisante pour les aurores immenses qui s'étendent dans les deux hémisphères sur plus des deux tiers de la surface du globe ; on confond ordinairement sous le nom commun d'aurores polaires des phénomènes très différents. Ces dernières, en effet, sont généralement accompagnées de grandes perturbations magnétiques dans le globe entier. Elles doivent avoir une origine tout à fait différente des premières, et on peut les attribuer aux courants terrestres.

Bien des progrès ont été réalisés depuis quelques années dans la connaissance des aurores polaires, et il faut espérer que les travaux des nombreuses expéditions internationales qui, chaque année, multiplient les observations, nous fourniront de nouvelles lumières. Nous aurons bientôt sans doute l'explication définitive de ce mystérieux phénomène qui depuis si longtemps occupe le monde savant. Mais il nous a paru indispensable de ne pas laisser de lacunes dans le cadre que l'Astronomie a pour mission d'embrasser et de mettre sous les yeux de nos lecteurs l'état actuel de la Science sur cet intéressant sujet.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

Perturbations magnétiques et aurores boréales. — Une perturbation magnétique de grandeur exceptionnelle s'est produite le 9 janvier 1886. D'après les renseignements que M. Moureaux a relevés sur les courbes données par l'enregistreur magnétique de l'Observatoire du parc Saint-Maur, l'agitation a commencé à $8^h 15^m$ du matin ; les mouvements des aimants étaient précipités, mais faibles, et la première oscillation importante a eu lieu de 9^h à $10^h 30^m$. De 11^h à midi et de 1^h à 2^h, les boussoles ont été encore très troublées, mais avec des oscillations de faible amplitude. A partir de $4^h 45^m$, la composante horizontale a commencé à diminuer rapidement, tandis que la composante verticale augmentait. Un mouvement en sens inverse s'est ensuite produit, puis les barreaux ont eu une seconde oscillation, d'amplitude plus grande encore que la précédente, entre $8^h 15^m$ et 9^h.

Les écarts extrêmes de la déclinaison ont atteint 53′.

Les courbes obtenues par M. le Dr Fines, à l'Observatoire de Perpignan, donnent les mêmes résultats et exactement aux mêmes heures, du moins autant qu'on peut

l'estimer par les enregistreurs. Pour la composante horizontale, en particulier, les courbes des deux instruments de Perpignan et de Saint Maur sont presque superposables dans tous leurs détails.

Cette perturbation magnétique a coïncidé avec la présence sur le Soleil d'un groupe de taches *visibles à l'œil nu*, si remarquable que l'un de nos correspondants dévoués, M. Maurice Jacquot, nous adressait du Havre une dépêche télégraphique, pour nous signaler l'importance de ce groupe qui est resté visible à l'œil nu depuis le 7 jusqu'au 11. Ce groupe de taches exceptionnelles nous était signalé en même temps par MM. Bruguière à Marseille; Raymond à Marly-le-Roi; Guillaume à Péronnas; ainsi que par un grand nombre d'autres observateurs.

C'est un témoignage de plus en faveur de l'admission d'une connexion de mieux en mieux établie entre les tempêtes magnétiques terrestres, et les fluctuations de la surface solaire.

Cette perturbation magnétique a été accompagnée **d'aurores boréales.** Nous lisons dans l'excellente publication *English Mechanic* que le 9 janvier à $8^h 30^m$ du soir une aurore magnétique, d'une beauté extraordinaire, a été observée à Kirkwall, Orkneys. Cette aurore s'est d'abord présentée sous forme d'arche s'étendant de l'E-N-E à l'O-S-O, jusqu'à 30° de hauteur, puis elle lança jusqu'au zénith de splendides jets de lumière et se transforma en une couronne céleste d'une incomparable beauté.

La même aurore a été observée dans le sud de la Norwège.

Même sujet. — Le 30 mars dernier, vers $8^h,35^m$ du matin (heure de Paris), on a observé au parc Saint-Maur, près Paris, à Lyon, à Perpignan, à Nice, une perturbation magnétique assez violente qui a continué toute la journée, la nuit et le lendemain 31, pour s'affaiblir peu à peu et disparaître dans la journée du 1er avril. Les oscillations de la déclinaison se sont élevées à 50′ à Saint-Maur, à 47′ à Lyon, à 34′ à Perpignan et à 37′ à Nice.

Cette perturbation n'a pas été observée seulement en France. A Bruxelles elle s'est élevée à 1°8′. De $8^h 30^m$ à $10^h 30^m$ les lignes télégraphiques de Belgique ont été sillonnées de forts courants perturbateurs.

Le soir de ce même jour (30 mars), une belle aurore boréale a été observée de Yébleron (Seine-Inférieure) par M. Duménil. Cette aurore, écrit le savant observateur, était du type I représenté à la p. 59 de *L'Astronomie*, février 1886. Elle s'élevait jusqu'à 35° de hauteur, au-dessus de l'horizon Nord; commencée vers 8^h, elle s'est éteinte à $9^h 30^m$. Une observation analogue a été faite à La Mothe-Achard (Vendée) par M. Bernard-Tournon, à Rolleville (Seine-Inférieure) et en plusieurs points de l'ouest de la France.

La même aurore a été observée en Irlande par M. G.-H. Kinahan, de 8^h à 9^h; ensuite le ciel s'est couvert : elle s'étendait du Nord-Ouest au Nord-Est, et a été d'un éclat remarquable. Elle a été également observée à Kœnigsberg, par M. H. Fritsch.

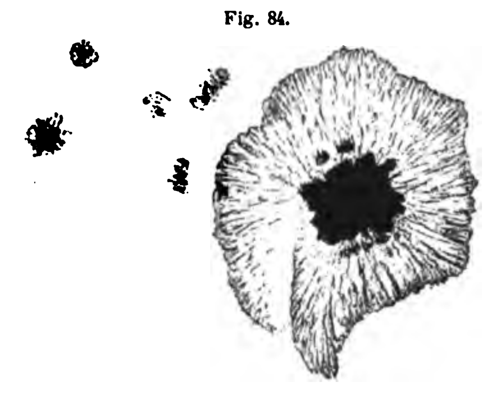
D'après les observations solaires qui nous sont régulièrement adressées par

MM. Bruguière et Léotard, de Marseille; Maurice Jacquot, du Havre; Gully, de Rouen; Ginieis, de Saint-Pons; Guillaume, de Péronnas; Schmoll, de Paris, etc., le disque solaire s'est montré, à cette date, couvert de taches nombreuses. L'une de ces taches, qui arrivait au centre, était même perceptible à l'œil nu le 31.

Il est juste d'ajouter qu'à d'autres dates le Soleil a montré pareille recrudescence, sans qu'on ait eu à enregistrer de perturbations magnétiques ni d'aurores boréales, par exemple le 6 mars. Mais, d'autre part, on peut penser que ce n'est pas la surface solaire qu'il serait le plus important d'étudier en ces circonstances : ce serait plutôt le foyer intérieur.

Transformations d'une tache solaire. — Je me fais un devoir d'adresser à

Fig. 84.

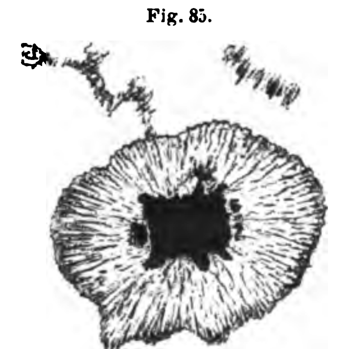


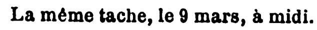
Tache solaire régulière, observée le 8 mars à 1 heure. Visible à l'œil nu. Diamètre = 75″.

la Rédaction de *L'Astronomie* trois dessins d'une même tache solaire qui me paraissent dignes d'attention. Cette tache était assez grosse pour être visible à l'œil nu. Voici un résumé de mes observations.

4 mars, midi. — On remarque sur le Soleil trois beaux groupes de taches.

Fig. 85.





La même tache, le 9 mars, à midi.

Fig. 86.



La même tache, le 15 mars, à midi.

8 mars, 1h. — Les trois groupes de taches du 4 sont encore visibles. J'ai dessiné la principale du groupe oriental, elle mettait 5 secondes à sortir du champ de la lunette et mesurait 75″ environ d'un bord à l'autre, pénombre comprise.

9 mars, midi. — On ne voit sur le Soleil que deux groupes de taches, le plus petit groupe a disparu sur le bord occidental.

15 mars, midi. — Il ne reste plus sur le Soleil que la tache principale et une autre du groupe; cette dernière se trouve près du bord du disque.

Le ciel étant resté constamment couvert, je n'ai pas fait d'autres observations.

P. GINIEIS.
Observateur à St-Pons.

(Lunette de 108mm; grossissement de 100 fois.)

Remarque. — Dans les observations faites par M. Léotard à l'Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille, le noyau de cette tache importante, dessiné les 8 et 11 mars, était entouré d'une bordure rouge.

Le 6 mars, M. Maurice Jacquot nous télégraphiait du Havre : « Nouvelle recrudescence solaire; encore 53 taches. Réapparition du beau groupe de février Visible œil nu encore ». C'est la tache principale de ce groupe oriental qui a été dessinée par M. Ginieis et qui a disparu le 16 au bord occidental.

D'autre part encore, M. Gully nous écrivait de Rouen, à la date du 22 mars : « La grosse tache de janvier et février est revenue et était bien visible le 11 dans une jumelle. Du 6 au 9, l'activité solaire à été considérable. »

Tache solaire visible à l'œil nu et sans verre noir. — Le 10 mars dernier, M. Samain, photographe à Libourne, regardant le Soleil se coucher, aperçut très distinctement un point noir visible vers le centre du disque. Voulant s'assurer s'il s'agissait là de quelque illusion ou d'une tache réelle il dirigea le lendemain matin vers l'astre radieux une petite lunette munie d'un verre noir et constata qu'il y avait, en effet, vers le centre du Soleil, une énorme tache.

C'est la tache dont-il vient d'être question (3-16 mars).

La Lune à l'envers. — Cette année encore, plusieurs peintres, en représentant des paysages du soir, ont dessiné le croissant lunaire comme s'ils ignoraient que sa lumière vient du Soleil. On peut même remarquer au Salon un tableau intitulé *Ruth et Booth*, par M. Destrem, dessiné exprès pour la Lune, comme l'indique la citation de Victor Hugo mise en épigraphe. « Cette faucille d'or dans le champ des étoiles, » dans lequel le croissant lunaire, au lieu d'avoir sa convexité tournée vers le Soleil couché, précisément comme une faucille tenue à la main pour couper des épis célestes, a cette convexité tournée vers l'orient.

Il se trouve que la comparaison littéraire du poète est plus exacte que le dessin destiné à représenter cette *faucille d'or.*

La statue d'Arago. — Le louable et patriotique projet sur lequel l'attention de nos lecteurs a déjà été appelée entre aujourd'hui dans sa voie de réalisation. Un comité composé de MM. Bouquet de la Grye, Carle, Carnot, Faye, Ferry, Flammarion, Floquet, Fonvielle, Hébrard, Jacques, Jourde, Laussedat, Liard, Liouville, Lœwy, Magnin, Mouchez, Schœlcher, Stupuy, Tirard et Tissandier,

a décidé de faire appel à tous les amis de la Science et du Progrès pour élever à l'illustre savant, au grand citoyen, une statue qui sera placée devant la façade méridionale de l'Observatoire de Paris, au milieu d'un square destiné à faire disparaître la place Saint-Jacques et à ouvrir l'avenue du Méridien. C'était, du reste, là, reprendre l'idée de la souscription ouverte dès le lendemain de la mort de l'éminent astronome, souscription qui devait nécessairement échouer après le coup d'État, mais dont les fonds, d'une certaine importance, ont été pieusement conservés par l'Académie des Sciences.

Tout le monde voudra souscrire à cette glorification d'un apôtre de la Science, du Progrès et de la Liberté. Le Conseil municipal de Paris, revenant sur un vote un peu prématuré, s'est empressé de donner l'exemple et plusieurs de nos lecteurs ont déjà envoyé leur offrande. Une liste est ouverte aux bureaux de *L'Astromie;* les noms de nos souscripteurs seront insérés à la Correspondance de la Revue, ainsi qu'au *Journal officiel,* qui publiera la liste générale. Les souscriptions seront centralisées à l'Observatoire.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 JUILLET AU 15 AOUT 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé pendant cette période de l'année, ainsi que pour l'observation des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans *les Étoiles*.

Les nuits de juillet et d'août, tièdes et généralement pures, font de cette époque de l'été l'une des plus agréables pour l'étude pratique du ciel.

Mercure, *Mars*, *Cérès*, *Pallas*, *Junon*, *Jupiter* et *Uranus* sont visibles le soir; *Vénus* et *Saturne*, le matin. La plus grande partie des astres de notre système solaire étant observable le soir, dans la première moitié de la nuit, c'est là une excellente occasion qui s'offre, durant les vacances et la saison des bains de mer, aux nombreux astronomes amateurs qui possèdent une bonne jumelle ou une lunette astronomique.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — L'été est à peine commencé que déjà le Soleil va descendre. Sa déclinaison diminue : de 21°31′ au 15 juillet, elle arrive à 14°1′ au 15 août. Décroissance correspondante dans la durée du jour. Au 15 juillet, longueur du jour $15^h 43^m$; au 15 août, $14^h 20^m$. La diminution totale est de $1^h 23^m$.

Durant la seconde quinzaine de juillet, la température moyenne du jour sous la latitude de Paris doit atteindre sa valeur maximum. Mais il faut avouer que cette année-ci est vraiment bizarre.

LUNE. — Au moment de la *Pleine Lune,* le 16 juillet, le disque de notre satellite n'est élevé que de 24°40′ au-dessus de l'horizon de Paris, à l'instant de son

passage au méridien. Cette élévation s'accroît, lors de la *Pleine Lune* d'août, et atteint près de 29°. La *Nouvelle Lune* est beaucoup plus haute.

PHASES...	PL le 16 juillet, à 3h 18m matin.	PQ le 6 août, à 9h 16m soir.
	DQ le 24 » à 7 31 »	PL le 14 » à 6 33 »
	NL le 31 » à 5 35 »	

Le 30 juillet, à 4h du matin, on pourra apercevoir le *mince croissant lunaire*, environ *vingt-cinq heures* avant la Néoménie.

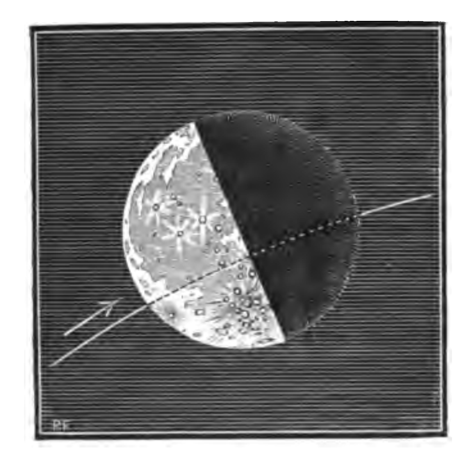
Grande Marée dans les ports de la Manche, les 1er et 2 août.

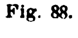
Occultations visibles à Paris.

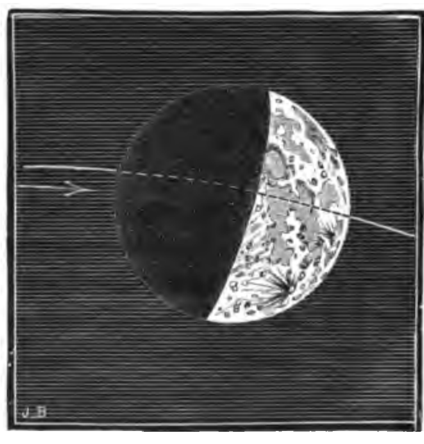
Quatre occultations seront visibles, avant minuit, du 15 juillet au 15 août 1886.

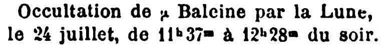
1° μ BALEINE (4e grandeur), le 24 juillet, de 11h37m à 12h28m du soir. Comme l'indique la *fig.* 87, l'étoile disparaît en un point du disque de la Lune situé à 44° à gauche et

Fig. 87.




Fig. 88.




Occultation de μ Baleine par la Lune, le 24 juillet, de 11h37m à 12h28m du soir.

Occultation de 24 Scorpion par la Lune, le 8 août, de 7h28m à 8h49m du soir.

au-dessus du point le plus bas, puis réapparaît en un autre point situé à 1° au-dessus du point le plus à droite. La Lune se levant à 11h40m du soir, à Paris, l'immersion de l'étoile ne sera pas visible. Le phénomène de la disparition de l'étoile ne sera visible que dans l'est de la France.

2° 95 VIERGE (6e grandeur), le 5 août, de 10h8m à 11h6m du soir. La disparition de l'étoile a lieu à l'Est, à 14° au-dessus du point le plus à gauche du disque lunaire et la réapparition à l'Ouest, à 31° au-dessous du point le plus à droite. Notre satellite se couchant à 10h26m, la réapparition ne pourra être observée en France.

3° 24 SCORPION (5,5 grandeur, le 8 août, de 7h28m à 8h49m du soir. Ainsi que le montre la *fig.* 88, l'étoile s'éteint en un point du disque de la Lune situé à 1° au-dessus du point le plus à gauche et reparaît à)6° au-dessus du point le plus à droite. A Greenwich, la durée de l'occultation n'est que de 1h19m.

4° *d* SAGITTAIRE (5,5 grandeur), le 11 août, de 6h53m à 8h12m du soir. L'étoile disparaît dans la partie orientale du disque de la Lune, à 22° au-dessous du point le plus à gauche, et réapparaît à l'occident, à 26° au-dessus du point le plus à droite. De même que la précédente, cette occultation sera visible dans la plus grande partie de l'Europe occidentale.

Occultations diverses.

Les lecteurs de *L'Astronomie* qui habitent les diverses parties de la Terre pourront encore observer les importantes occultations suivantes :

1° Aldébaran (1re grandeur), le 27 juillet, vers 3h 15m du matin, temps moyen de Paris. Les limites de latitude sont 51° N. et 9° S. L'occultation sera visible en Europe, en Asie et en Afrique.

2° Jupiter, le 3 août, vers 9h 15m du soir. C'est la *huitième* et dernière occultation de l'année 1886. Les limites de latitude sont 90° N. et 35° N. Cette occultation sera visible dans l'Océan Atlantique.

3° η Vierge (3,5 grandeur), le 3 août, à 9h 54m du soir. L'occultation ne sera observable que dans l'Océan Atlantique et dans la partie orientale de l'Amérique du Nord.

4° γ^1 Vierge (3e grandeur), le 4 août, à 7h 28m du matin. Occultation visible dans la mer des Antilles et dans l'Amérique du Sud.

Mercure. — *Mercure* sera observable le soir, pendant le mois de juillet à l'Ouest, peu après le coucher du Soleil. Comme la planète se rapproche sans cesse de nous, la grandeur de son diamètre apparent va en augmentant ainsi que son éclat. On pourra aisément découvrir *Mercure*, à l'œil nu, à l'Occident, brillant comme une étoile de première grandeur. Le voisinage de Régulus permettra de retrouver plus vite encore la rapide planète.

Jusqu'au 1er août, *Mercure* continue sa marche directe dans la constellation du Lion. A partir de cet instant, la planète a un mouvement rétrograde.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Différence Soleil.	Constellation.
17 Juillet........	1h 54m soir.	9h 2m soir.	1h 7m	Lion.
20 »	1 53 »	8 54 »	1 2	»
23 »	1 50 »	8 44 »	0 55	»
26 »	1 44 »	8 32 »	0 47	»
29 »	1 36 »	8 19 »	0 38	»

Mercure atteint sa plus grande élongation orientale, le 19 juillet. Il est alors à 26°52′ à l'est du Soleil et devrait se coucher environ deux heures après l'astre du jour. La courte durée de visibilité de la planète tient à ce que la déclinaison boréale de Mercure est inférieure de 8° à celle du Soleil. Avant le maximum d'élongation orientale, on distingue sur la planète une gibbosité qui va sans cesse en décroissant. On aperçoit la moitié du disque le jour de l'élongation maximum, et un croissant qui devient de plus en plus délié, les jours suivants.

Le 27 juillet, à midi, *conjonction de Mercure et de Régulus*, la planète étant à 3°10′ au sud de l'étoile.

Conjonction avec la Lune le 1er août, à 4h du soir, Mercure étant à 3°5′ au sud de notre satellite.

Mercure a un diamètre de 9″,8 le 1er août; sa distance à la Terre est alors de 101 millions de kilomètres et au Soleil de 68 millions de kilomètres.

Vénus. — *Vénus* poursuit sa marche directe à travers les constellations du Taureau et des Gémeaux. En même temps, elle s'éloigne de notre globe, et son disque nous offre plus des $\frac{4}{5}$ de sa surface illuminés. La planète est visible le

matin, à l'Orient, avant le Soleil. Du 30 juillet au 4 août, *Vénus* se lèvera 2 heures 37 minutes avant l'astre du jour.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
16 Juillet........	1h45m matin.	9h36m matin.	2h30m	TAUREAU.
19 »	1 46 »	9 39 »	2 32	»
22 »	1 48 »	9 42 »	2 34	GÉMEAUX
25 »	1 50 »	9 46 »	2 35	»
28 »	1 53 »	9 50 »	2 36	»
31 »	1 56 »	9 53 »	2 37	»
3 Août.........	2 0 »	9 57 »	2 37	»
6 »	2 5 »	10 1 »	2 36	»
9 »	2 10 »	10 4 »	2 35	»
12 »	2 16 »	10 8 »	2 33	»

Plusieurs *conjonctions* des plus intéressantes devront être étudiées avec une lunette astronomique de moyenne puissance.

Conjonction avec ζ *Taureau*, de 3,5 grandeur, le 19 juillet, vers minuit. La planète sera au nord et à 51′ de l'étoile.

Autre *conjonction* avec l'étoile de 3e grandeur η Gémeaux, le 27 juillet, à midi. *Vénus est à 5′ seulement au sud de l'étoile.*

Le 28 juillet, *deux conjonctions :* à 10h du soir, *Vénus est à* 6′ de μ *Gémeaux*, au Sud; à 11h du soir, la planète est à 3°46′ au nord de la Lune.

Conjonction avec ζ Gémeaux, le 5 août, vers minuit. *Vénus* est à 1°32′ au nord de cette étoile de 4e grandeur.

Deux autres conjonctions le 8 août. A 2h du soir, la *planète n'est qu'à la faible distance de 1′ au sud de Saturne.* A la simple vue, les deux astres confondent leurs rayons. Le phénomène sera visible dans les deux Amériques. Vers minuit, Vénus est à 10′ au sud de δ *Gémeaux*, étoile de 3,5 grandeur.

Le 8 et le 9 août, avant le lever du Soleil, *on pourra donc voir trois astres dans le même champ d'une lunette : Vénus, Saturne* et δ *Gémeaux.*

Vénus a un diamètre de 12″,2 le 1er août. La distance à la Terre est de 202 millions de kilomètres, et au Soleil de 107 millions de kilomètres.

MARS. — *Mars* est toujours en mouvement direct dans la constellation de la Vierge où l'on peut si facilement le reconnaître à cause de sa teinte rougeâtre et de son voisinage de l'Épi de la Vierge. La planète s'éloigne sans cesse du globe terrestre.

Pendant plusieurs semaines, *Jupiter, Uranus, Mars* et *l'Épi de la Vierge, brilleront suivant une même ligne* qui coupe l'écliptique au-dessous de γ Vierge. Ce sera là un spectacle très curieux et fort rare.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
17 Juillet..........	4h50m soir.	10h38m soir.	VIERGE.
21 »	4 43 »	10 27 »	»
25 »	4 35 »	10 15 »	»
29 »	4 28 »	10 3 »	»
2 Août...........	4 21 »	9 51 »	»
6 »	4 14 »	9 40 »	»
10 »	4 8 »	9 29 »	»
14 »	4 1 »	9 18 »	»

Quelques *conjonctions* de Mars avec diverses étoiles et la Lune devront être observées.

Le 19 juillet, vers 7^h du soir, *Mars* se trouve à 3° au sud de la belle étoile de 3e grandeur γ Vierge.

Conjonction avec θ Vierge, le 1er août, à 8^h du soir, la planète étant à 2°6′ au sud de cette étoile de 4,5 grandeur.

Vers 11^h du soir, le 4 août, *Mars* est situé à 3°57′ au sud de la Lune.

Autre conjonction, le 8 août, à 6^h du soir. *La planète est à 1°50′ au nord de l'Épi de la Vierge.*

Diamètre de Mars, au 1er août, 7″; distance à la Terre, 235 millions de kilomètres, et au Soleil, 227 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* continue sa marche rétrograde dans la constellation du Sagittaire, en suivant une trajectoire distante de 8° de l'écliptique et à peu près parallèle à cette ligne.

La petite planète se trouve dans les meilleures conditions possibles pour l'observation, puisqu'elle passe au méridien, aux environs de minuit. Seulement, à cause de sa forte déclinaison australe, ce seront les observateurs de l'hémisphère sud et d'une partie de l'hémisphère boréal qui pourront seuls bien distinguer ce petit astre à la simple vue.

Distance de *Cérès* à la Terre, le 19 juillet, 286 millions de kilomètres et au Soleil, 435 millions de kilomètres.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Cérès.	Constellation.
16 Juillet..........	minuit.	$3^h 19^m$ matin.	SAGITTAIRE.
19 »	$11^h 46^m$ soir.	3 2 »	»
23 »	11 27 »	2 41 »	»
27 »	11 8 »	2 20 »	»
31 »	10 48 »	1 59 »	»
4 Août..........	10 29 »	1 38 »	»
8 »	10 10 »	1 18 »	»
12 »	9 52 »	0 59 »	»

Coordonnées au 1er août : Ascension droite $19^h 25^m$. Déclinaison 31°10′ S.

Pallas se présente toujours dans d'excellentes conditions pour l'observation. Son mouvement est encore rétrograde dans la constellation d'Hercule. On peut apercevoir la petite planète dans une région du ciel où fourmillent des étoiles de 6e et de 7e grandeur. *Pallas* forme le sommet d'un triangle qui a pour base la ligne unissant α Hercule et α Ophiuchus. Les observateurs devront se servir d'une bonne jumelle pour bien suivre la marche de Pallas.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
19 Juillet..........	$10^h 9^m$ soir.	$6^h 1^m$ matin.	HERCULE.
23 »	9 51 »	5 40 »	»
27 »	9 33 »	5 18 »	»
31 »	9 16 »	4 58 »	»
4 Août..........	8 59 »	4 37 »	»
8 »	8 42 »	4 16 »	»
12 »	8 25 »	3 55 »	»

Coordonnées au 1er août : Ascension droite $17^h 53^m$. Déclinaison 19°43′ N.

Junon continue sa marche rétrograde dans la constellation d'Ophiuchus, entre Cérès et Pallas, presque à égale distance de chacune de ces deux petites planètes. Junon arrive en station le 15, vers midi. La petite planète est dans de très bonnes conditions pour l'observation soit à l'œil nu, pour les personnes douées d'une bonne vue, soit de préférence avec une jumelle. Il sera bien facile de la trouver, à l'ouest de l'Écu de Sobieski, à 2°30′ au nord de l'étoile de 4,7 grandeur, μ Ophiuchus.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
19 Juillet..........	9h40m soir.	3h18m matin.	OPHIUCHUS.
23 »	9 22 »	2 59 »	»
27 »	9 5 »	2 40 »	»
31 »	8 48 »	2 22 »	»
4 Août...........	8 34 »	2 3 »	»
8 »	8 11 »	1 45 »	»
12 »	7 58 »	1 27 »	»

Coordonnées au 1er août : Ascension droite 17h25m. Déclinaison 6°29′S.

Vesta arrive en conjonction supérieure avec le Soleil, le 10 août. La petite planète est absolument invisible.

JUPITER. — Il faut se hâter d'observer *Jupiter,* car cette admirable planète va bientôt disparaître. Étudier la tache rouge avec une lunette astronomique munie d'un grossissement de 250 diamètres.

Jupiter est en mouvement direct dans la constellation de la Vierge, dans le *voisinage de l'étoile* η, d'*Uranus* et de *Mars*.

Occultation de Jupiter par la Lune, le 3 août, vers 9h15m du soir. A Paris, on verra la planète à 1°20′ environ, au sud de notre satellite. Le phénomène sera invisible pour l'ouest de l'Europe.

Le 6 août, Jupiter se trouvera à 13′ au sud de η Vierge.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
17 Juillet..........	4h21m soir.	10h29m soir.	VIERGE.
21 »	4 8 »	10 15 »	»
25 »	3 54 »	10 0 »	»
29 »	3 41 »	9 46 »	»
2 Août...........	3 27 »	9 31 »	»
6 »	3 14 »	9 16 »	»
10 »	3 1 »	9 2 »	»
14 »	2 48 »	8 48 »	»

Le 1er août, le diamètre de Jupiter est de 30″,8; la distance à la Terre est de 888 millions de kilomètres et au Soleil de 808 millions de kilomètres.

SATURNE. — *Saturne* est observable le matin, dans la constellation des Gémeaux, non loin de δ et de Vénus. Le ciel de l'Orient sera embelli par la présence de *Castor, Pollux, Vénus, Saturne, Procyon* et *Sirius*. Aussi ne saurions-nous trop engager les astronomes amateurs à se lever dès 3h, afin de jouir du splendide spectacle offert alors par le ciel de l'Orient.

Le 12 août, *Saturne* sera en *conjonction* avec δ Gémeaux, à 11 au sud de l'étoile.

Rappelons que le 8 août, à 2h du soir, *Saturne* et *Vénus* ne *seront éloignés que de 1' et confondront ensemble leurs rayons lumineux.*

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
1er Août..........	2h33m matin.	10h28m matin.	Gémeaux.
5 »	2 19 »	10 14 »	»
9 »	2 5 »	10 0 »	»
13 »	1 53 »	9 47 »	»

Saturne a un diamètre de 15",2, au 1er août. Sa distance à la Terre est de 1473 millions de kilomètres et au Soleil de 1337 millions de kilomètres.

Uranus. — *Uranus* est facile à découvrir à l'œil nu, sous l'aspect d'une étoile de 6e grandeur, à moins de 2° au sud-est de l'étoile η Vierge. Se hâter de l'observer, car il va bientôt disparaître. Le 9 juillet, à 2h du soir, *Uranus* sera en *conjonction* avec *Mars* et se trouvera à 34' au nord de cette dernière planète.

Jours.	Passage méridien.	Coucher.	Constellation.
20 Juillet..........	4h23m soir.	10h22m soir.	Vierge.
25 »	4 4 »	10 2 »	»
30 »	3 45 »	9 43 »	»
4 Août...........	3 27 »	9 24 »	»
9 »	3 8 »	9 5 »	»
14 »	2 49 »	8 46 »	»

Coordonnées au 1er août : Ascension droite 12h18m. Déclinaison 1°15' S.

Au 1er août, diamètre d'Uranus 4"; distance à la Terre 2795 millions de kilomètres, et au Soleil, 2713 millions de kilomètres.

3° Étoile variable :

Les minima suivants d'*Algol* ou β Persée sont observables :

10 Juillet......	Diminution principale.	7h37m soir.	Minimum.	9h 3m soir.
30 »	» »	9 19 »	»	10 45 »
2 Août........	» »	6 8 »	»	7 34 »

4° Étoiles filantes :

Chaque année, on remarque, du 26 au 29 juillet, un riche courant de *météores* avec des centres d'émanation répandus sur toutes les parties de la sphère céleste. Dans nos latitudes, aucune de ses sources ne se distingue d'une manière particulière; mais les habitants de l'hémisphère austral aperçoivent, au sud de *Fomalhaut* du *Poisson austral*, un point radiant d'où se sont répandus, en 1840 et en 1865, une multitude de ces projectiles lumineux. Attendons-nous donc, en 1890, à revoir une importante apparition de ces météores.

D'autres essaims d'*étoiles filantes*, connues sous le nom de *Larmes de saint Laurent*, apparaissent durant les nuits du 9 au 14 août. Le nombre des points radiants visibles est très élevé et atteint le chiffre de quarante. Les traits de feu que les corpuscules dessinent sur la voûte céleste, émanent de points situés près de η Persée, entre β Cassiopée et o Andromède, entre δ et θ Cygne. Ce flux d'étoiles est en connexion avec la comète III, 1862.

Eugène Vimont.

M. A. Jolly, aux Prés-Saint-Gervais. — Nous avons lu votre petite brochure avec beaucoup d'intérêt. Les idées que vous y développez sont neuves et fécondes; mais nous ne pensons pas que ce soit sur de telles bases qu'il conviendrait d'établir la réforme du Calendrier civil. Vous trouverez les raisons de notre opinion dans le *Rapport du Jury sur le Concours des projets de Calendrier civil,* Rapport terminé aujourd'hui, et qui paraîtra incessamment.

M. Valentino Favero, à Banano Veneto. — Tous nos remerciements pour l'intéressant travail que vous nous avez communiqué au sujet de la comète Fabry.

M. C. Belin, à Mustapha. — Vos remarques sur le déplacement des molécules d'un fluide sont fort judicieuses, mais elles sont connues depuis longtemps, et les conclusions que vous en tirez ne nous paraissent pas tout à fait justifiées.

M. A. Gunziger, à S[t]-Mandé. — Merci des détails intéressants que vous nous adressez sur l'organisation de la Société astronomique de Liverpool.

M. Schmoll, à Paris. — Merci pour votre intéressante communication. Cette question des passages de corpuscules devant le Soleil présente un vif intérêt. Nous aurons certainement l'occasion d'y revenir dans le texte de la *Revue.*

A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 18..

55, rue de Chabrol, à Paris.

Fig. 1

Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. Monture équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).

L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles.		OCULAIRES.				PRIX
		Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	Terrestres.		Célestes.		
				Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	
0m,108	1m,60	0m,15	0m,18	1	80	3	100, 160 et 270	[illegible]
0m,135	1m,90	0m,15	0m,18	1	90	4	100, 150, 200 et 450	[illegible]

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.			
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.		
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	275	[illegible]
0m,081	1m,30	1	55	3	75, 120 et 200	360	[illegible]
0m,095	1m,45	1	60	3	85, 130 et 240	465	[illegible]
0m,108	1m,60	1	80	3	100, 160 et 270	650	[illegible]

Fig. 2.

L. GUIGUET

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.		Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.		Sans chercheur.	Avec chercheur.	
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.			
0m,057	0m,85	1	35	1	90	100	135	[illegible]
0m,061	0m,90	1	40	1	100	140	175	[illegible]
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	190	225	[illegible]

L. GUIGUET

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. 35 fr.

Écran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... 15 fr.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 8. Août 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger : 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 8 (AOUT 1886).

Étoiles doubles et amas d'étoiles mesurés par la photographie, par MM. Paul et Prosper Henry (7 figures). — **Les occultations d'étoiles et la diffraction,** par M. Ch. Trépied (3 figures). — **Accroissement de la masse et du volume de la Terre par la chute incessante des étoiles filantes,** par M. C. Flammarion. — **L'éruption de l'Etna,** par M. Federico Cafiero. — **Nouvelles de la Science. Variétés :** L'éclipse totale de Soleil du 29 août prochain. Occultation d'Aldébaran. Occultation d'Uranus, par M. Ginieis. Occultation du τ Lion le 15 avril, par M. R. Baër. Vénus. Conjonction de Saturne avec l'étoile μ des Gémeaux. Bolide lent ou bradyte. Bolides ou foudre en boule? Curieux phénomène météorologique. Phénomènes électriques. La foudre globulaire. Autre cas, plus curieux encore. Arc-en-ciel lunaire, par M. Narciso de Lacerda. Observatoire météorologique à Hong-Kong. Singulière petite trombe. Photographie d'un éclair (1 figure). La foudre en spirale. — **Observations astronomiques**, par M. E. Vimont (2 figures).

ARTICLES SOUS PRESSE

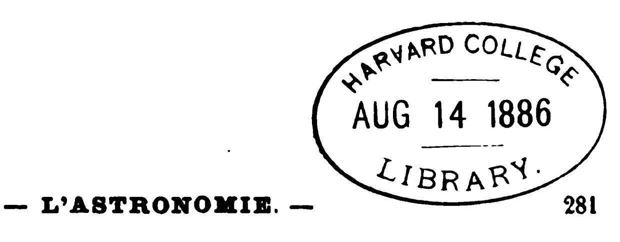
POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. —
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
GAUDIBERT. — Comment je me suis construit un télescope.
DENNING — Dernières observations sur Mars.
ERICSSON. — Mesures thermométriques sur la température de la Lune.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'École des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers. — Le point fixe dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000^{km}.**

Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**



ÉTOILES DOUBLES ET AMAS D'ÉTOILES

MESURÉS PAR LA PHOTOGRAPHIE.

Nous avons obtenu un certain nombre de bonnes photographies d'étoiles

Fig. 89.

Photographie directe de l'amas des Gémeaux.

doubles et d'amas d'étoiles en réglant la durée du temps de pose suivant l'intensité lumineuse photogénique des composantes. Les grandeurs des disques

d'étoiles photographiées que l'on a remarquées sur nos cartes des Pléiades ou

Fig. 90.



Photographie de Véga et de ses compagnons.

du Cygne (*L'Astronomie*, février 1886, p. 45 et 53) et qui ont pu faire supposer que des couples très serrés ne pourraient être obtenus par la photo-

Fig. 91.



Photographie du groupe ε Lyre.

graphie, étaient dues à la longue durée de pose nécessitée pour les étoiles des dernières grandeurs; les disques s'élargissent avec cette durée, mais com-

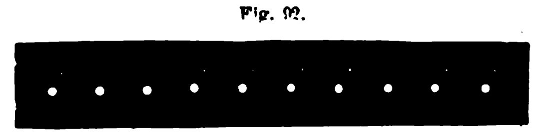
mencent toujours par un point très petit. Une étoile de 1re grandeur qui n'a posé qu'un demi-centième de seconde ne donne qu'un point et non un large disque. Il en est de même d'une étoile de 2me grandeur qui n'a pas dépassé le temps nécessaire pour être photographiée (0s,013), et ainsi de suite. On a vu que les durées de pose pour les diverses grandeurs d'étoiles peuvent se résumer dans les nombres suivants :

1re grandeur.......	0s,005	6e grandeur.......	0s,5
2e —	0 ,013	7 —	1 ,3
3 —	0 ,03	8 —	3
4 —	0 ,08	9 —	8
5 —	0 ,2	10 —	20

Etc., etc...

Si l'on n'exagère pas ces durées de pose, comme on le fait lorsqu'on veut obtenir sur une même plaque des étoiles comprises depuis la 1re ou 2me

Fig. 92.



Marche de l'étoile double Mizar sur le cliché.

jusqu'à la 16me grandeur, les étoiles ne s'inscrivent que par des points minuscules et des couples serrés s'enregistrent d'eux-mêmes.

Parmi les amas d'étoiles dont nous avons obtenu des photographies satis-

Fig. 93.



Marche des étoiles doubles x Bouvier, 58 Corbeau et γ Vierge.

faisantes, nous présenterons ici celui des Gémeaux (Messier 35), ce magnifique amas de 19′ de diamètre composé d'étoiles de 8e à 14e grandeurs, dont la disposition a frappé tous les observateurs. Il y a là une étonnante richesse stellaire que le dessin ne peut rendre que laborieusement et incomplètement, et que la photographie reproduit fidèlement (*fig.* 89, p. 281).

Signalons aussi, dans le même ordre d'études, le groupe des petits compagnons de Véga (*fig.* 90) et de la belle étoile quadruple ε Lyre (*fig.* 91). Les grandeurs sont, pour le groupe de Véga : de la 1re grandeur à la 16e, pour le groupe de ε Lyre, de la 5e à la 15e. Dans ce dernier groupe, l'irradiation produite par la durée de pose nécessaire pour obtenir les très faibles étoiles, a réuni les deux disques de chaque couple en un seul, de sorte qu'on a deux disques énormes au lieu de deux couples élégants. Mais comme nous allons le voir, ces étoiles doubles ont été photographiées séparément en un temps de pose très court (un quart de seconde).

Parmi les étoiles doubles que nous venons de photographier et de mesurer, (1886), nous citerons, entre autres :

61 Cygne : 5,5 et 6e ; à 20″,48 et 119°,7.
ζ Grande Ourse (Mizar) : 2,5 et 4e ; à 14″,37 et 149°,1.
π Bouvier : 5e et 6e ; à 5″,87 et 102°,6.
γ Vierge : 3,0 et 3,2 ; à 5″,34 et 333°,2.
44 *i* Bouvier : 5,3 et 6 ; à 4″,86 et 239°,4.
α Hercule : 3,5 et 5,5 ; à 4″,73 et 116°,1.
ρ Hercule : 4,0 et 5,1 ; à 3″,71 et 311°,3.
δ Serpent : 4e et 5e ; à 3″,45 et 188°,7.
ε^1 Lyre : 6e et 7e ; à 3″,06 et 14°,3.
ε^2 — 5,7 et 6e ; à 2″,34 et 136°,7.

Ces photographies directes permettent de mesurer sur la plaque même l'angle de position comme la distance angulaire des composantes.

Pour déterminer l'angle de position, nous laissons d'abord, comme dans

Fig. 94.



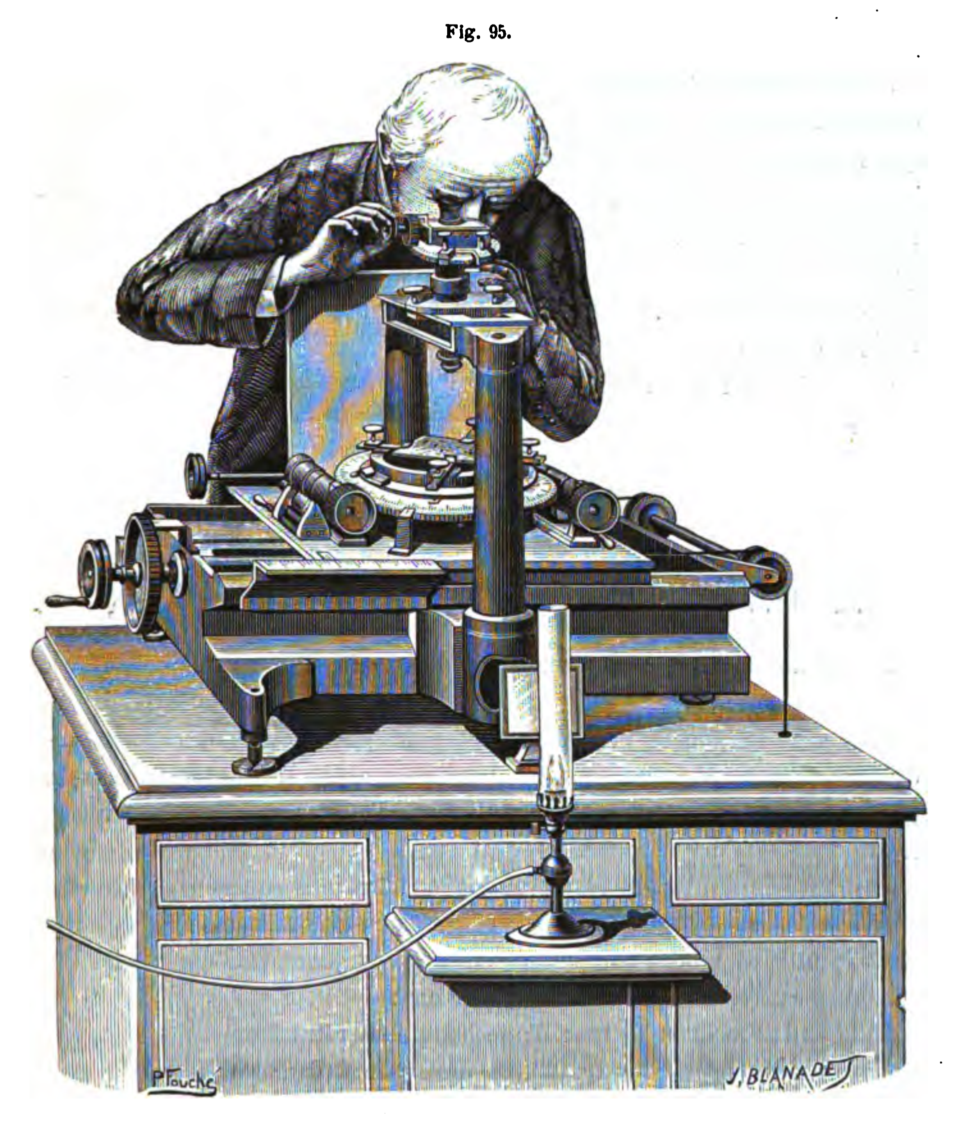
Photographie directe de Jupiter.

les observations directes, le couple se déplacer de lui-même dans le sens du mouvement diurne et se photographier un certain nombre de fois le long de cette ligne. On obtient alors une figure du genre de celle-ci (*fig.* 92).

Cette ligne du déplacement est naturellement la ligne Est-Ouest, inscrite

d'elle-même avec précision. Par conséquent, en partant de cette ligne, nous mesurons directement l'angle de position sur le cliché même.

Fig. 95.



Appareil pour la mesure des photographies d'étoiles doubles.

Dans l'exemple qui précède, l'étoile photographiée est Mizar; le Nord (0°) est en bas, l'Est (90°) à droite, etc., et l'angle de position est 149°,1.

Pour mesurer la distance, nous avons obtenu de l'habile collaboration de M. Gautier un appareil spécial, sorte de microscope stellaire, qui donne ces distances d'étoiles doubles au centième de seconde, par un procédé analogue à celui du micromètre.

Les astronomes et les savants qui s'intéressent à l'étude des étoiles doubles et des systèmes stellaires seront sans doute heureux d'apprendre que la photographie peut désormais être d'une féconde application dans ces importantes recherches.

Comme document complémentaire sur les photographies célestes, nous croyons intéressant d'offrir ici aux lecteurs de *L'Astronomie* parmi les vues que nous avons obtenues de Jupiter, celle du 21 avril 1886, remarquable par la présence de la tache rouge, admirablement venue sur les clichés. Ces photographies de Jupiter permettent d'apprécier très facilement la rotation de la planète, ainsi que les déplacements des satellites. Quant à la tache rouge, elle est plus apparente et plus nette sur ces photographies qu'à la vision télescopique directe.

On voit ainsi que la photographie céleste tient plus même qu'elle n'avait promis.

PAUL ET PROSPER HENRY.
(Observatoire de Paris.)

LES OCCULTATIONS D'ÉTOILES ET LA DIFFRACTION.

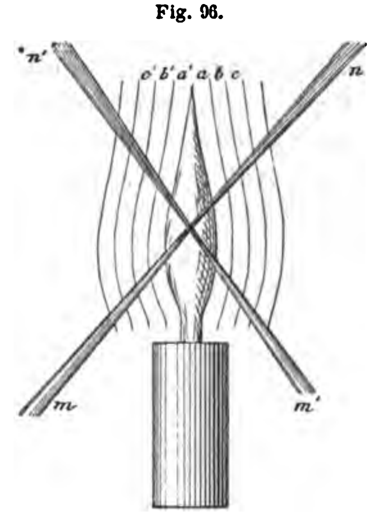
Un certain nombre des lecteurs de l'*Astronomie* s'intéressant aux aspects qui se produisent dans les occultations des étoiles par la Lune, il me semble utile de rappeler en quoi consistent les phénomènes de *diffraction*, et de montrer que ces phénomènes suffisent pour expliquer les apparences singulières qu'on observe dans les occultations d'étoiles, et qui ont été récemment signalées dans la *Revue*.

Les effets de diffraction résultent des modifications subies par la lumière en passant à travers une étroite ouverture, ou en rasant la surface d'un corps. Chacun peut se rendre compte des effets de ce genre, par des expériences fort simples. J'en indiquerai deux seulement :

1° Si l'on regarde la flamme d'une bougie en rétrécissant plus ou moins l'ouverture de la pupille (*fig.* 96), on distingue à droite et à gauche de la flamme une série de bandes alternativement obscures et lumineuses telles que $a, b, c\ldots, a', b', c'\ldots$, et de plus un certain nombre de bandes obliques mn, $m'n'$, dont la position change avec la position de l'œil, et dont le nombre et l'aspect varient suivant les formes diverses qu'on peut donner à l'ouverture de la pupille, en exerçant avec le doigt une pression plus ou moins forte sur le globe de l'œil. On voit les bandes s'étendre d'autant plus loin que l'ouverture de la pupille est plus petite, et ces phénomènes disparaissent presque entièrement, lorsqu'on restitue à l'ouverture de la pupille sa grandeur normale.

2°. Si l'on tend un fil (*fig.* 97), à une certaine distance de l'œil, devant la flamme d'une bougie, ce fil paraît s'amincir sur toute la région de la flamme

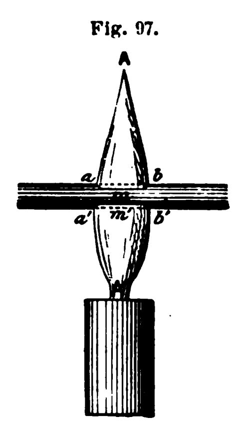
Fig. 96.



Flamme d'une bougie et diffraction.

qu'il couvre. Il se produit ainsi une inflexion *amb*, *a'm'b'* de chaque bord, et il en résulte que les deux parties *amb*, *a'm'b'* de la flamme semblent projetées en

Fig. 97.



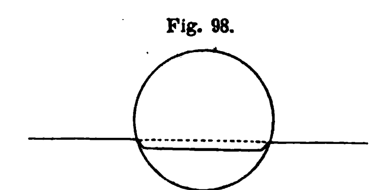
Flamme d'une bougie vue derrière un fil.

avant du fil. Remarquons en passant, que cette expérience si simple explique une apparence singulière qu'on observe sur l'horizon de la mer au soleil couchant lorsque le ciel est très pur, et la ligne d'horizon très nettement découpée. La lumière solaire, en rasant la surface de la mer, détermine une inflexion de la ligne d'horizon, identique à celle du fil considéré plus haut ; il semble alors que le disque du soleil soit plongé dans la mer en avant de l'horizon.

On multiplierait aisément les expériences de ce genre ; celles que j'ai choisies sont des plus faciles à reproduire ; elles sont très nettes, et suffiront, je pense, pour donner une idée assez exacte des phénomènes de diffraction aux personnes mêmes auxquelles ces études sont le moins familières.

Cela dit, je rappelle les conséquences de la théorie de la diffraction appliquée aux instruments d'optique ([1]). Considérons, par exemple, un objectif ou un miroir plus ou moins diaphragmé et une source lumineuse quelconque. Si l'on s'en tient aux seules lois de l'optique géométrique, on construit aisément l'image focale de la source ; nous l'appellerons l'*image géo-*

Fig. 98.



Inflexion de la ligne d'horizon au soleil couchant.

métrique ; mais en réalité, l'image que donne l'objectif diffère profondément de l'image géométrique. Elle se compose de deux parties : 1° l'une semblable à l'image géométrique ; 2° une zone de lumière diffractée entourant la première partie de l'image. La forme de cette partie *diffractée*, et la distribution de l'intensité lumineuse dans cette partie dépendent de la forme du diaphragme qui limite la portion utilisée de l'objectif ou du miroir. Son étendue est, théoriquement, indéfinie, mais son étendue perceptible est limitée par l'éclat propre de la source lumineuse, par le degré de sensibilité de l'œil et par la grandeur du diaphragme.

Cet énoncé résume tous les cas possibles ; examinons-en quelques-uns en particulier.

Dans le cas d'un diaphragme circulaire, l'image d'un point lumineux n'est pas un point, mais un disque brillant entouré d'anneaux alternativement obscurs et lumineux. Le diamètre de ce disque central et le nombre des anneaux perceptibles augmentent lorsqu'on diminue l'ouverture du diaphragme, et dans le cas contraire, deviennent moindres. Le disque central de l'image d'une étoile doit donc être d'autant plus petit que l'étoile est observée avec un objectif ou un miroir d'un plus grand diamètre, et c'est ce qui arrive effectivement.

([1]) L'application de cette théorie aux instruments d'optique a été l'objet de savantes recherches de la part d'Airy, Schwerd, Knochenauer, Verdet. Plus récemment, en 1876, M. André, aujourd'hui Directeur de l'observatoire de Lyon, a donné de grands développements sur cette question dans un Mémoire intitulé : *Étude de la diffraction dans les instruments d'optique*. La forme d'exposition adoptée ici est celle du remarquable Mémoire de M. André.

De même, l'image d'une fente lumineuse étroite n'est pas simplement une mince ligne brillante ; c'est un trait brillant entouré d'une zone de lumière diffractée qui s'étend au delà des deux extrémités de l'image géométrique de la fente et de part et d'autre de cette image. C'est là un fait dont on peut s'assurer en éclairant fortement, avec la lumière solaire par exemple, la fente étroite d'un spectroscope, et regardant cette fente lumineuse à travers la lunette de l'appareil, sans interposition du prisme ou du système de prismes.

Enfin, supposons qu'il s'agisse d'une source lumineuse dont le diamètre est très grand dans tous les sens; c'est le cas du Soleil et de la Lune. Dans ce cas, la théorie montre que la zone diffractée de l'image entoure de toute part l'image géométrique et empiète même sur celle-ci; que l'éclairement y décroît d'une manière progressive et qu'une très faible partie seulement de cette zone diffractée est perceptible au delà de limites de l'image géométrique.

En fait, cela revient à dire que toutes les fois qu'on observera, sur un fond d'éclat constant, un astre comme le Soleil, la Lune ou une planète, le diamètre mesuré de cet astre devra varier de grandeur avec l'ouverture de l'instrument employé. Il est intéressant d'ailleurs de se rendre compte de cet accroissement de diamètre pour une ouverture donnée de la lunette ou du télescope d'observation. Or, je suppose un astre brillant, observé sur un fond obscur ou d'un éclat bien inférieur à celui de l'astre. Si l'on admet, comme le fait M. André dans le Mémoire cité plus haut, que l'œil cesse de percevoir la lumière dans la zone diffractée dès que son intensité est réduite à la trentième partie de celle de l'image géométrique, on obtient les résultats suivants :

Ouverture en centimètres.	Grandeur angulaire de la zone diffractée.	Accroissement de diamètre.
10	1",4	2",8
8	1 8	3 6
6	2 3	4 6
4	3 5	7 0

Toutes ces conséquences de la théorie ont été vérifiées directement par M. André à l'aide d'expériences très ingénieuses, et le même savant a montré aussi que ces conséquences peuvent recevoir des vérifications astronomiques. Voici comment : il est une circonstance où nous pouvons observer un astre obscur sur un fond brillant; c'est, quand une planète comme Mercure ou Vénus passe sur le disque du Soleil. Si l'on a donné quelque attention à ce qui précède, on voit bien clairement qu'il doit exister, dans ce cas, deux zones diffractées ; la première est celle dont il a été déjà question, entourant le Soleil ; la seconde, *entourant la planète* qui traverse le disque du Soleil, empiétant sur cette planète et devant avoir pour effet d'en réduire le dia-

mètre sensible. Mais cette réduction du diamètre sera d'autant moindre que l'étendue angulaire de la zone diffractée entourant la planète sera elle-même plus petite. Or l'étendue de cette seconde zone diffractée diminue, comme celle de la première, lorsqu'on augmente l'ouverture de la lunette.

Si donc la théorie est exacte, on doit trouver que les plus grandes ouvertures donnent les plus grands diamètres dans le passage d'une planète sur le Soleil. Or, en discutant les mesures de diamètres de Vénus effectuées pendant les passages de 1761, 1769 et 1874, et les mesures analogues faites sur Mercure pendant les passages de 1832, 1845, 1848, 1861 et 1868, M. André montre que les valeurs obtenues varient, comme l'indique la théorie, suivant les ouvertures des instruments employés, les lunettes de plus grande ouverture donnant invariablement les plus grandes valeurs du diamètre.

Il y a plus encore. On peut mesurer le diamètre de Vénus pendant la nuit, ou pendant le jour, c'est-à-dire sur des fonds d'éclat très différent. Or on trouve que les diamètres mesurés le jour sont plus petits que ceux qui résultent des observations de nuit, et cela quelle que soit l'ouverture de l'instrument d'observation. Ici les variations de grandeur ne résultent plus des variations de l'ouverture, puisqu'on la suppose constante : ils résultent des changements d'éclat du fond.

En résumé, si l'éclat du fond sur lequel se projette l'astre demeure constant, le diamètre mesuré de l'astre varie avec l'ouverture de l'instrument. Si au contraire, on laisse l'ouverture constante, mais que l'astre soit observé sur un fond d'éclat variable, ce sont les variations de la lumière du fond ou, ce qui revient au même, celles de l'intensité lumineuse de l'astre, qui déterminent et qui règlent les variations du diamètre.

Il est assez facile maintenant d'aborder, à ce point de vue, le problème des occultations d'étoiles par la Lune. Ici, les phénomènes qui se présentent à l'observateur sont de deux sortes : l'étoile peut être observée sur le bord *obscur* ou sur le bord *lumineux* de l'astre.

Dans le premier cas, si l'on considère uniquement ce qui se passe au contact de l'étoile et de la Lune, il est de toute évidence que nous sommes en présence d'un astre obscur (Lune) observé sur un fond brillant (étoile); nous avons, en conséquence, dans l'image du phénomène, une zone diffractée qui empiète plus ou moins sur le disque obscur de la Lune, suivant l'ouverture de l'instrument d'observation. Alors le disque lunaire doit nous paraître s'infléchir vers le centre, d'un petit nombre de secondes d'arc, absolument comme on voit s'infléchir le bord d'une plaque obscure placée en avant d'un petit cercle lumineux, de manière à en segmenter l'image [1] ; et, comme

[1] L'expérience est extrêmement facile à réaliser; elle est identique, au fond, à l'ex-

conséquence, l'étoile nous semblera *s'avancer sur le disque obscur*. L'effet sera d'ailleurs d'autant plus sensible que l'ouverture de l'instrument sera plus petite.

Le cas de l'étoile observée en contact avec le bord éclairé de la Lune est un peu plus compliqué, et il me semble qu'il faut tenir compte ici de l'éclat de l'étoile. Il peut arriver, en effet, que l'étoile soit assez brillante pour être vue à travers la partie que l'œil perçoit de la lumière diffractée entourant le disque lunaire. C'est le phénomène que M. Duprat signale dans son intéressante observation d'Aldébaran, faite le 22 novembre 1885, et reproduite dans le Numéro de février 1886 de la *Revue*. Mais, en même temps, il pourra se produire une inflexion du bord de l'image de la Lune, et c'est ce qui a été parfaitement remarqué par MM. Jos et Jan Fric de Prague, dans l'occultation d'Aldébaran du 2 septembre 1885 (Numéro de février de la *Revue*) [1]. Seulement, comme ces phénomènes se passent dans une région d'étendue angulaire fort petite (le tableau des accroissements de diamètre par la diffraction en donne une idée), et comme ils durent fort peu de temps, on comprend très bien que l'observateur puisse ne saisir qu'une partie seulement des apparences qui se produisent, et cela explique la différence qu'on remarque entre l'observation du 2 septembre, de MM. Jos et Jan Fric, et celle de M. Duprat du 22 novembre.

Si, au contraire, l'étoile occultée est d'un éclat relativement faible, les résultats pourront être tout différents. A quel moment cesserons-nous de voir l'étoile ? S'il n'y avait pas diffraction, ce serait à l'instant du contact géométrique, et cela dans le cas d'une étoile faible comme dans celui d'une étoile brillante, au bord lumineux comme au bord obscur. Mais, dans une occultation qui a lieu au bord brillant de la Lune, dès que l'étoile atteint la partie de l'image lunaire où l'éclat de la lumière diffractée est égal ou un peu supérieur à celui de l'étoile, celle-ci disparaît. La disparition peut donc avoir lieu *avant* le contact géométrique; alors le diamètre lunaire d'occultation, c'est-à-dire celui qu'on déduit de l'instant du contact *apparent*, sera trop grand, au lieu d'être trop petit comme il arrive dans le cas d'une étoile occultée par le bord obscur.

On remarquera que je ne me suis pas une seule fois, jusqu'ici, servi du mot *irradiation*. C'est que ce mot, irradiation, qui peut être assurément

périence citée plus haut, d'un fil tendu devant une source quelconque de lumière. Pour obtenir l'analogue de l'observation d'une étoile au bord obscur de la Lune, il suffit de percer un petit trou dans une feuille de carton, d'éclairer ce trou par derrière au moyen d'une lampe, et de segmenter plus ou moins l'image de ce trou lumineux en plaçant devant lui la lame d'un couteau.

[1] On peut reproduire assez facilement ces particularités de l'observation, au moyen de deux trous d'inégale grandeur percés dans une feuille de carton et très voisins l'un de l'autre.

conservé pour exprimer un fait, n'explique rien, pas plus qu'en chimie *la force catalytique* ou l'*action de présence*, et pas plus même, il en faut bien convenir, qu'en Astronomie le mot attraction. Toutes les apparences qu'on attribue à l'irradiation sont, en réalité, des phénomènes de diffraction que la théorie explique et prévoit parfaitement. M. Blot, dans le Numéro déjà cité de la *Revue*, me paraît avoir touché de bien près la véritable explication du fait. Ce qu'il appelle accroissement de diamètre par l'irradiation n'est autre chose que l'accroissement dû à la diffraction. Il ne tient pas compte, il est vrai, de l'ouverture de l'instrument, qui joue, comme on a pu le voir par les principes que je viens de rappeler, un rôle capital dans cette question, et la bordure de la lumière *irradiée* qu'il suppose est trop petite. Il faudrait, en effet, théoriquement du moins, une ouverture de $0^m,25$ pour réduire à $0'',5$ l'étendue de la zone diffractée autour de l'image de la Lune, et je ne suppose pas, bien que la chose en elle-même soit possible, que M. Blot ait à sa disposition un instrument de cette ouverture ; mais cela n'infirme en rien son explication, bien au contraire, et M. Blot dit très nettement dans sa courte note :

« Le bord brillant de la Lune doit donc aussi agrandir un peu le diamètre optique de l'astre.

» Quand nous croyons voir l'étoile projetée sur le disque de la Lune, son centre peut très bien être encore éloigné du vrai bord ».

Reste l'objection que toutes les étoiles occultées devraient se projeter plus ou moins sur le bord du disque lunaire. Elle est certainement fort judicieuse ; mais ne peut-on y répondre par la considération de l'éclat de l'étoile occultée ? En fait, la discussion des diamètres lunaires déduits des occultations d'étoiles montre que les disparitions derrière le bord *éclairé* donnent un diamètre *plus grand* que celles qui ont lieu au bord obscur, tandis qu'un retard dans la disparition de l'étoile, comme celui qui se produit pour une étoile paraissant se projeter sur le disque, tend, au contraire, à diminuer le diamètre. Mais cet accroissement apparent de diamètre que révèle la discussion des faits et qui semble en contradiction avec les phénomènes observés dans les occultations des étoiles d'un grand éclat, comme Aldébaran, est un résultat *moyen*, et le nombre des étoiles très brillantes qui ont contribué à le former est nécessairement petit. Prenons en effet, au hasard, une année de la *Connaissance des Temps* ou du *Nautical Almanac*, l'année 1887 par exemple, et rangeons par ordre de grandeurs les étoiles qui seront occultées pendant cette année pour l'observateur de Paris ou de Greenwich ; nous aurons les tableaux suivants :

PARIS 1887.

Grandeurs des étoiles occultées.	Nombre des étoiles occultées.
1.0	4
1.5	1
2.0	0
2.5	0
3.0	2
3.5	1
4.0	11
4.5	8
5.0	7
5.5	10
6.0	45
Total	89

GREENWICH 1887.

Grandeurs des étoiles occultées.	Nombre des étoiles occultées.
1.0	4
1.5	1
2.0	0
2.5	2
3.0	0
3.5	0
4.0	11
4.5	11
5.0	13
5.5	15
6.0	73
6.5	21
Total	151

On voit par ce tableau combien doit prédominer l'influence des étoiles de grandeurs 4 à 6 dans la valeur moyenne des diamètres lunaires d'occultation. Il y aurait donc peut-être lieu de reprendre la discussion de ces diamètres en traitant à part les étoiles les plus brillantes de la 1re à la 3e grandeur par exemple.

En définitive, je ne pense pas que le fait de voir l'étoile s'avancer sur le disque lumineux de la Lune ait rien de particulier à Aldébaran ou à son spectre : il me semble beaucoup plus probable que toute étoile du même éclat donnera lieu aux mêmes apparences, et les montrera au même degré toutes les fois qu'elle viendra toucher le bord brillant de la Lune.

Ch. Trépied.
Directeur de l'Observatoire d'Alger.

ACCROISSEMENT DE LA MASSE ET DU VOLUME DE LA TERRE

PAR LA CHUTE INCESSANTE DES ÉTOILES FILANTES.

L'un de nos lecteurs a retrouvé dans une collection de journaux géographiques une étude publiée il y a plus de dix ans, en février 1876, par M. Flammarion, dans le journal *L'Explorateur*, sur le sujet dont nous venons de reproduire le titre. Depuis quelques années, on s'est beaucoup occupé de cette question spéciale, notamment en Allemagne, et il ne semble pas que les arguments présentés et discutés aient rien ajouté de nouveau à ce qui a été énoncé dans l'étude dont nous parlons. Une seconde édition de cette étude dans les colonnes de *L'Astronomie* sera bien à sa place. Nous la donnons sans rien changer à la première.

Tous les résultats acquis jusqu'à ce jour par l'Astronomie météorique

s'accordent pour démontrer que la surface de la Terre reçoit constamment des matériaux cosmiques qui lui arrivent sans cesse de l'espace, soit d'une manière invisible, soit sous forme d'étoiles filantes, de bolides et d'aérolithes.

Le globe terrestre vogue au sein d'un espace peuplé de corpuscules divers circulant dans tous les sens, les uns en courants elliptiques d'inclinaisons variées, les autres dans le plan même de l'écliptique, comme on le voit par la lumière zodiacale, qui s'étend depuis le Soleil jusqu'au delà de l'orbite terrestre.

Nous nous proposons de résumer et d'examiner ici ces observations spéciales, et de déterminer les conséquences cosmologiques que ces faits peuvent amener progressivement dans l'avenir de notre planète.

En énumérant le nombre des étoiles filantes que l'on voit, au-dessus d'un horizon donné, pendant les différentes nuits de l'année, en calculant le nombre d'horizons analogues qui embrasserait la surface entière du globe (¹), en tenant compte des directions des étoiles filantes, des variations mensuelles, etc., un éminent géomètre américain, M. Simon Newcomb, a conclu qu'il ne tombe pas moins de cent quarante-six milliards (146 000 000 000) d'étoiles filantes par an sur la Terre.

La vitesse avec laquelle ces corpuscules rencontrent notre planète dans l'espace, peut et doit souvent atteindre l'ordre de la vitesse parabolique, dont la simple formule est $V\sqrt{2}$. Elle est égale à la vitesse de translation de la Terre multipliée par la racine carrée de 2, ou par 1,414, et puisque la vitesse orbitale moyenne de notre planète est de 29 460^{m} par seconde, celle d'une étoile filante est de 42 570^{m}. Si l'étoile filante arrive en face de nous, en sens contraire de notre mouvement, les deux vitesses s'ajoutent et le choc est de 72 000^{m}, dans la première seconde de rencontre. L'attraction de notre planète augmente encore cette vitesse, dans des proportions variables suivant sa direction. A moins d'être un uranolithe massif, et d'avoir, comme on l'a constaté, un poids s'élevant depuis quelques kilogrammes jusqu'à des milliers de kilogrammes, toute étoile filante rencontrant la Terre, doit donc se fondre par la seule transformation de son mouvement en chaleur en pénétrant dans notre atmosphère, s'y absorber et n'y arriver ensuite que lentement et sous forme de dépôt à la surface du globe.

Comme exemple de la quantité des étoiles filantes qui peuvent arriver en certains moments dans notre atmosphère et de leur extinction avant d'atteindre le sol, nous pouvons citer la dernière grande pluie d'étoiles que l'on

(¹) Le rapport du nombre d'étoiles filantes visibles sur un horizon ou nombre total visible de la surface entière du globe peut être estimé à $\frac{1}{10460}$.

ait observée, celle du 27 novembre 1872, et qui fut l'une des plus merveilleuses d'entre toutes.

Et, à ce propos, qu'il me soit permis de me souvenir que les plus grands regrets que puisse éprouver un astronome sont certainement ceux qui sont causés par la privation d'un spectacle astronomique intéressant, surtout si cette privation a été quasi volontaire, et si ce spectacle a été extraordinaire. Tels sont les regrets que j'ai ressentis au mois de novembre 1872, pour n'avoir pas observé cette admirable pluie d'étoiles filantes du 27. Je me trouvais alors à Rome, dans le quartier de la villa Médicis, et favorisé d'un balcon donnant au Sud. Je n'avais qu'à faire deux pas pour contempler ce beau spectacle, et je ne les ai pas faits! O lecteurs bienveillants, vous qui n'avez pas pour Uranie une moindre passion que moi-même vous comprenez le désappointement que j'ai éprouvé le lendemain matin, lorsque le P. Secchi me fit part de cet événement cosmique! Comment l'avait-il observé lui-même? Par le plus heureux des hasards : un sien ami, voyant pleuvoir les étoiles, monta lui demander l'explication d'un pareil phénomène. Il était alors 7^h30^m. Le spectacle était commencé, mais il était loin d'être terminé, et l'illustre directeur de l'Observatoire du Collège romain put contempler la pluie merveilleuse de près de quatorze mille météores!

Ce n'est pas seulement à Rome, ni en Italie, du reste, que ce magnifique phénomène a pu être observé, mais encore en France, en Espagne, en Angleterre, en Suède, en Allemagne et dans l'Europe entière. Rappelons, dans le nombre considérable de relations qui ont été faites, les plus importantes et les plus remarquables. Et d'abord celle du P. Secchi :

Nous avons eu, dit-il, une brillante apparition d'étoiles filantes dans la soirée du 27 novembre et pendant la nuit. Je ne fus averti du phénomène qu'à 7^h30^m, lorsqu'il était déjà en activité depuis une heure au moins; nous l'observâmes avec toute l'attention possible. Depuis 7^h30^m, jusqu'à 1^h après minuit, nous enregistrâmes 13 892 météores; mais un grand nombre ne put pas être enregistré. Tout le ciel était en feu : c'était littéralement une pluie. Les étoiles étaient petites, pour la plupart, environ dix sur cent étaient de deuxième grandeur; environ deux sur cent de première. Il y eut plusieurs bolides.

En Sicile, M. Tacchini a compté, à Palerme, 802 météores, de 10^h à 1^h50^m, son frère en a compté 12 950, à Mazzarino, entre 9^h30^m et minuit; à Caltanisetta, M. Zona en a compté 2800 dans toute la nuit.

A Naples, M. de Gasparis en comptait deux par seconde. A Matère (province méridionale), on en a compté 38 513, à Mondovi 30 881.

Dans le nord de l'Italie, les astronomes de Moncalieri en ont relevé un nombre non moins étonnant. Voici la relation du P. Denza :

Une grande pluie de météores lumineux, jusqu'à présent inouïe dans nos contrées, a été admirée hier soir ici à Moncalieri, et je suis bien sûr qu'elle doit avoir été observée aussi en beaucoup d'autres endroits, vu sa singulière importance.

Trente-trois mille quatre cents (33 400) météores furent comptés pendant six heures et demie (depuis 6^h du soir jusqu'à $12^h 30^m$) par quatre observateurs. Cependant ce chiffre ne représente que très incomplètement la vraie affluence météorique, car dans les premières heures du soir, et surtout dans celles du plus grand flux, qui fut vers 8^h, dans quelques régions du ciel, c'était une véritable pluie de feu, tout à fait semblable à celles que l'on voit dans les feux d'artifice à l'explosion des grenades; celle-ci, pourtant, était continuelle, et les lignes de feu tombaient presque verticalement en foule et en ondées, plus minces et plus calmes.

Toutes les admirables et gracieuses figures que nous voyons tracées sur la voûte du ciel lors des grandes pluies météoriques de novembre vinrent charmer nos regards, nombreux météores aux couleurs délicates et variées, plusieurs suivis de longues et brillantes traînées, globes d'éblouissante lumière, quelques-uns du diamètre lunaire à peu près; nuages transparents et luisants, qui, çà et là en mille manières, se rompant dans l'atmosphère, s'ouvraient en faisceaux de rayons aux formes les plus vagues et les plus bizarres. Quelques-uns de ces nuages s'arrêtaient de temps en temps dans la voûte céleste et se montraient encore pendant quelque temps; il y en eut un qui, parti à $6^h 35^m$, entre Persée et le Cocher, ne se dissipa qu'à $6^h 56^m$, c'est-à-dire après vingt et une minutes.

Enfin l'aspect général du phénomène était celui d'un nuage cosmique qui, en rencontrant notre atmosphère, s'est ouvert et dissipé.

Eh bien! tous ces milliers d'étoiles étaient éteintes, *fondues*, *absorbées*, avant d'atteindre la surface du sol. Une observation curieuse de M. Ch. Dufour, à Morges, le constate d'une manière plus directe encore.

Pendant cette soirée, écrit-il, nous avons eu, à Morges (Suisse) un ciel tantôt clair, tantôt nuageux, tantôt couvert. Entre autres de $8^h 30^m$ à 9^h, le ciel a été entièrement couvert par des nuages assez élevés, puisque, malgré la nuit, on distinguait au-dessous d'eux la chaîne des Alpes et même la cime du mont Blanc, située à $4\,810^m$ au-dessus de la mer. Or, pendant tout ce temps, en y prêtant spécialement attention, *je n'ai pas vu une seule étoile filante*, par conséquent, il n'y en a pas une qui ait pénétré dans l'atmosphère jusqu'à une altitude de $4\,800^m$.

Ce jour-là d'après la hauteur du baromètre en Suisse, et d'après la température de l'air, le baromètre, sur la cime du mont Blanc, aurait été de 420 millimètres, c'est-à-dire qu'il y avait au-dessus de ce point, les 0,55 de l'atmosphère, par conséquent, les nombreux météores qui y pénétraient en ce moment étaient tous éteints avant d'avoir traversé les 0,55 de leur épaisseur. J'ajouterai même que, malgré l'attention, que j'ai portée à cela depuis un grand nombre d'années, je n'ai jamais vu une étoile filante au-dessous des nuages.

Lorsque leur masse est assez forte pour résister à la compression atmosphérique (laquelle dans des cas fréquents peut développer subitement une chaleur égale à 440 000 calories [1]), mais ne l'est pas assez pour que l'uranolithe parvienne intact à la surface du sol, ces corps peuvent arriver à l'état poussière. Citons seulement deux exemples :

Le 1er janvier 1869, une demi-heure après le passage du Soleil au méridien, on entendit à Stockholm un bruit aussi fort que celui d'une lourde pièce de canon que l'on aurait déchargée dans le lointain. Le même phénomène se produisit à Upsal, à Furnsund, et dans plusieurs villages des bords du lac de Mœlar, ainsi qu'à la forteresse de Washalm. Des paysans qui revenaient du service divin et qui passaient sur le bord d'un petit lac, au sud d'Upsal, entendirent trois fortes détonations au-dessus de leur tête, et virent, un instant après, tomber un certain nombre de pierres sur la surface glacée du lac. Ils en ramassèrent plusieurs qu'ils trouvèrent encore chaudes. Quelques autres avaient brisé la glace et s'étaient enfoncées dans l'eau ou bien elles avaient conservé assez de calorique pour faire fondre la glace sur laquelle elles reposaient. Pour en rassembler le plus possible, M. Nordenskiold avait offert un prix élevé et avait excité ainsi les paysans à chercher avec soin. Ils se plaignirent que beaucoup de pierres, tombées sur la glace ou sur la neige étaient perdues parce qu'elles s'étaient réduites en poussière noire ou noir brun, que l'on retrouvait çà et là. Il voulut aussitôt se faire apporter des preuves de la réalité de cette poussière, mais la chute de la neige, peu après le phénomène, ne permit pas d'abord d'en retrouver, et ce n'est que vers le printemps, après la fonte des neiges, qu'il réussit à en obtenir un peu d'un paysan, trop peu pour en faire une analyse complète, assez pour prouver son origine météorique et pour pouvoir en déterminer la composition chimique essentielle. La découverte de la poudre carbonifère n'est due qu'à cette circonstance que la chute des météorites s'est faite sur la neige fraîchement tombée, dont la surface blanche fit remarquer ce corps étranger.

Voici un autre exemple non moins curieux, et que l'on serait peu disposé à admettre s'il n'avait été constaté par des témoins dignes de foi.

En 1860, par une belle nuit du mois d'octobre, vers 4h du matin, M. Joseph Chartier, conseiller municipal de la commune de Montaigu (Aisne), se trouvait entre Vervins et la Bouteille, quand tout à coup il fut ébloui par la lumière vive d'un météore, qui éclata comme une fusée au-dessus de sa tête, et dont les débris tombèrent autour de lui. Il marcha dessus, mais ne put l'éteindre ; il essaya alors d'y porter la main, avec précaution, dans la

[1] Voir nos *Études sur l'Astronomie*, Tome V, p. 195.

crainte de se brûler, mais la matière en était froide. Il en mit alors sur sa charrette, souffla sa bougie qui ne l'éclairait plus et continua sa route. La matière répandait, partout sur son passage, un éclat semblable à celui d'une pile électrique; mais cette lumière si vive baissa à mesure que le jour montait; lorsqu'il fit grand jour, il ne vit plus sur sa charrette que la terre qu'il avait ramassée en route et reconnut avec surprise que cette terre était celle du pays même, qu'elle ne paraissait mêlée à aucune matière étrangère à notre sol.

M. Chartier est un homme dont le témoignage ne peut être suspect. Au reste, il a rencontré plusieurs voituriers, qui ont palpé la terre de son étoile, comme il le dit dans son naïf langage, et qui ont été surpris de l'éclat qu'elle répandait.

Voici un autre fait, qui a été rapporté par le *Magasin Pittoresque* du mois de janvier 1863, dans une relation accompagnée du dessin des aérolithes dont nous allons parler.

Le navire américain *Josiah-Bates* naviguait dans les eaux indiennes au sud de Java, lorsqu'une pluie de petites pierres très fines, ressemblant beaucoup à des excréments d'oiseaux, tomba subitement sur le pont, sans qu'aucun autre phénomène permît d'expliquer une circonstance aussi singulière. Le capitaine du *Josiah-Bates*, M. Callam, homme instruit et actif, se rendit exprès à Washington pour montrer au lieutenant Maury, les objets qu'il avait recueillis en pleine mer. Celui-ci, se sentant incapable d'expliquer leur origine, les transmit au naturaliste Ehrenberg, de Berlin.

Ce savant soumit les fragments à l'analyse d'un puissant microscope et arriva à reconnaître qu'il avait devant lui des objets doués de la structure la plus étrange. Ils offraient l'aspect d'une matière primitivement liquide, qui aurait été solidifiée pendant sa chute et qui serait arrivée à l'état solide avant d'atteindre la surface de la Terre.

Mlle Ehrenberg a eu la patience d'exécuter, sous les yeux de son père, les dessins qui représentent les formes les plus saillantes de ces aérolithes microscopiques. Ces dessins montrent que la plupart de ces gouttelettes solidifiées sont creuses et comparables à des Montgolfières. Cependant l'analyse chimique n'y découvre que du fer mélangé avec un peu d'oxyde ou plutôt d'oxydule. Ces particules offraient une surprenante analogie avec les résidus de la combustion d'un fil d'acier, brûlant au milieu d'un flacon rempli de gaz oxygène. En effet, dans cette expérience remarquable, qu'on peut facilement exécuter dans tous les laboratoires, on obtient de petits fragments très ténus, lesquels, placés sous le microscope, offrent tous les caractères de ces aérolithes microscopiques.

Il y a bien des années déjà, l'un des savants qui se sont le plus occupés

de l'étude des météorites, le chimiste allemand Reichenbach, découvreur de la créosote et de l'od, après avoir beaucoup réfléchi à la nature physique des étoiles filantes, pensa que cette pluie de poussières métalliques, qui dure depuis tant de siècles, doit avoir laissé quelque trace sur la Terre, et que ces grains presque invisibles et impalpables qui nous tombent des nues, pourraient bien aujourd'hui constituer des masses assez considérables pour se révéler à l'analyse chimique ; comme les métaux qui caractérisent surtout les météorites, sont le nickel et le cobalt, il se promit de chercher ces métaux dans le sol exposé au grand air.

Dans cette pensée, le célèbre chimiste monta un jour sur le Lahisberg, montagne de forme conique, haute de 300^m à 400^m, et couverte, à son sommet, d'une forêt de hêtres. Il pénétra dans le taillis et y choisit un endroit que probablement le pied de l'homme n'avait jamais foulé. Ensuite il y ramassa quelques poignées de terre, les mêla et les emporta soigneusement dans un cornet de papier, afin de les soumettre à l'analyse. On y trouva des traces de cobalt et de nickel.

Des échantillons pris sur le Haindelberg, sur le Halenberg et sur le Dreymarksteinberg, montagnes voisines de la première, conduisirent au même résultat : l'un contenait du nickel, l'autre du cuivre. Enfin, l'analyse du sol de la plaine appelée le Marchfeld, révéla également des traces de nickel.

Ces résultats sont d'autant plus significatifs que le massif des montagnes de cette partie de l'Autriche est composé de grès et de calcaire, où l'on n'a jamais trouvé le moindre filon métallique. Les traces de nickel et de cobalt, dans les échantillons examinés par le chimiste allemand, entraient toujours pour un dix millième dans la composition de ces terrains, ce qui semble indiquer une diffusion assez uniforme des deux métaux à la surface du sol.

Tout récemment, M. Gaston Tissandier a trouvé dés *globules microscopiques de fer fondu*, mesurant $\frac{5}{100}$ à $\frac{1}{100}$ de millimètre, dans toutes les poussières atmosphériques qu'il a examinées : dans la neige des Alpes prélevée par M. Albert Tissandier sur le mont Blanc; dans les sédiments provenant de pluies recueillies pendant plusieurs mois à l'observatoire météorologique de M. Hervé Mangon, à Sainte-Marie-du-Mont (Manche) au milieu de vastes herbages et non loin du voisinage de la mer; dans plus de quarante échantillons de poussières aériennes recueillies en des localités différentes et sur divers monuments.

Pour nous, ces globules de fer ne proviennent pas de masses métalliques énormes brisées en menus fragments, mais simplement de petites étoiles filantes fondues à leur entrée dans notre atmosphère et dès les couches supérieures. La transformation du mouvement en chaleur fond toute étoile

filante ordinaire qui arrive dans l'atmosphère. Les plus grosses seules résistent, et ordinairement, en se brisant. Ne tombent à l'état solide que celles dont la masse a pu résister au choc; tout le reste, compté par milliards de fragments, tombe lentement à l'état sédimentaire.

Nous pouvons parfaitement admettre que le volume et la masse de notre planète s'accroissent par cette chute incessante des étoiles filantes, des bolides et des aérolithes.

On n'a aucun moyen pratique d'estimer exactement le volume ordinaire des météorites. Nous ne croyons pas l'exagérer, toutefois, en supposant qu'en moyenne il se réduit à 1 millimètre cube environ, et cette évaluation ne paraîtra pas trop forte, si l'on remarque qu'un grand nombre de bolides et d'aréolithes atteignent des dimensions considérables, et que nous n'en tenons pas compte ici. Dans cette proportion le nombre annuel des étoiles filantes représente un volume de 146 mètres cubes, et, en admettant 7 pour la densité, un poids de 10 220 000 kilogrammes. En cent siècles, cet accroissement de volume est de 146 000 mètres cubes et l'accroissement de poids s'élève à 102 200 millions de kilogrammes (¹).

La superficie de notre planète mesurant 510 millions de kilomètres carrés, si nous supposons cette poussière cosmique uniformément répandue, nous voyons qu'en 34 900 ans environ le globe augmenterait d'une couche de $0^m,01$ d'épaisseur, son diamètre étant accru de $0^m,02$. Sans doute, cet accroissement est de l'ordre des infiniment petits; mais c'est précisément cet ordre-là qui agit le plus efficacement dans la nature entière.

Le poids du globe terrestre est évaluée à 5 875 sextillions de kilogrammes l'accroissement de masse en 100 000 ans n'est que de 300 quintillionnièmes de la masse totale de la Terre. C'est peu, sans doute, mais il y a bien des centaines de mille ans que notre planète existe.

L'accroissement de volume est peut-être contrebalancé, diminué, annulé même par la contraction probable du globe terrestre due à son refroidissement séculaire, non encore arrivé à son terme; mais l'accroissement de masse est inévitable.

Ainsi, la *Terre vogue au milieu d'un espace rempli de matériaux cosmiques et augmente graduellement de poids.* Non seulement la lumière zodiacale (qui n'est que le reflet du Soleil sur ces matériaux) s'étend jusqu'*au delà de l'orbite terrestre*, mais encore les courants cométaires d'étoiles filantes croisent cette orbite dans tous les sens. On a calculé qu'en moyenne, en pas-

(¹) Telle est l'estimation de M. Newcomb. D'après le docteur Kleiber, de Saint-Pétersbourg, le nombre des étoiles filantes visibles à l'œil nu tombant sur la surface entière du globe, serait de 450 000 par heure et leur poids moyen de 5^{gr}, ce qui donnerait par an 3942 millions et un poids de 19 710 000^{kgr}.

sant au milieu de ces matériaux à travers un cylindre de diamètre égal au sien, la Terre rencontre 13 000 étoiles filantes visibles à l'œil nu, et 40 000 étoiles filantes télescopiques. Parmi ces courants elliptiques d'étoiles filantes le courant que la Terre rencontre le 14 novembre s'étend sur une longueur de plus de 1600 millions de kilomètres, circule en trente-trois ans autour du Soleil et renferme un nombre d'objets représentés par les chiffres 1 000 000 × 100 × 1 000 ou 100 000 millions de corpuscules.

Les milliards de milliards de grains cosmiques qui tombent chaque année sur le Soleil (suivant une intensité variable dépendant de l'état des espaces qu'il traverse en nous emportant vers la constellation d'Hercule) lui donnent par intermittences une réparation de forces avec un accroissement de calorique. Le Soleil est le foyer principal dont l'attraction suprême saisit, même de très loin, tout ce qui arrive vers sa sphère. Les diverses planètes du système solaire agissent aussi, chacune selon sa masse, pour détourner de leur cours et attirer au passage les matériaux cosmiques en circulation dans leur voisinage. Jupiter, le géant de notre famille, a détourné de leur cours toutes les comètes qui sont passées vers ses frontières, et la plupart des comètes périodiques ont subi sa puissance à tel point qu'elles ne peuvent plus s'éloigner de son orbite et ont leurs aphélies distribués vers cette orbite. Ainsi la distance de Jupiter au Soleil est de 5,2, celle de la Terre étant de 1. Les aphélies des comètes périodiques Encke, Brorsen, Winnecke, d'Arrest, Faye, sont respectivement situés aux distances 4,1 — 5,6 — 5,5 — 5,7 — 5,9. Saturne, la deuxième planète du système dans l'ordre des masses, agit de la même façon. Il en est de même d'Uranus et de Neptune, chacun dans sa proportion; nous devons même à Uranus la déviation du courant d'étoiles filantes de novembre, fait uranographique qui paraît avoir eu lieu, comme on le sait, vers l'an 126 avant notre ère.

La Terre, Vénus, Mars et Mercure agissent semblablement, mais dans des proportions de plus en plus réduites, en raison de l'infériorité de leur masse, d'une part, et d'autre part de la vitesse plus grande des corps célestes qui passent dans leur voisinage, et qui les empêche d'être facilement maîtrisés.

Les raisonnements que nous venons de faire tout à l'heure sur l'accroissement du volume et de la masse de la Terre par les météorites doivent donc être appliqués à plus forte raison aux grosses et lourdes planètes, Jupiter, Uranus et Neptune. Il y a plus, leur volume et leur masse augmentent plus rapidement encore, et c'est peut être précisément aux météorites que ces planètes doivent l'énorme supériorité de dimensions et de masses qu'elles ont sur la Terre.

En effet, la théorie de Laplace sur la formation des mondes ne donne aucune raison de cette énorme différence et la laisse entièrement inexpliquée.

Mais si l'on réfléchit que, dès le commencement de leur formation, les matériaux cosmiques se sont accumulés sur les noyaux planétaires, dans une proportion d'autant plus élevée que le mouvement de ces matériaux était moins rapide et leur densité plus grande, on trouve que dans le voisinage du Soleil, l'accumulation n'a pu être considérable, malgré la densité, à cause de la rapidité du mouvement et de l'attraction prépondérante du Soleil, que vers l'orbite de Jupiter; la densité étant encore puissante, et en même temps le mouvement très ralenti, l'accumulation a dû atteindre son maximum. On reconnaît de plus que vers les limites du système, la densité diminuant de plus en plus, mais le mouvement diminuant plus vite encore, l'accumulation a pu encore se faire dans des proportions notables. Ainsi voyons-nous que les grandeurs et les masses des planètes peuvent être résumées ainsi :

Jupiter — Saturne	La Terre — Vénus
Neptune — Uranus	Mercure

Les causes qui agissent actuellement ont toujours agi, dans des proportions variables, et — de même qu'en Géologie on commence à expliquer aujourd'hui les modifications de la surface terrestre et celles des espèces vivantes elles-mêmes, par l'action lente des causes qui agissent actuellement sous nos yeux, — de même, nous pouvons penser que cette pluie lente et séculaire des étoiles filantes et des uranolithes à travers le système solaire *a augmenté le volume et la masse des planètes*, suivant leur position dans ce système et dans une proportion grandissant d'autant plus rapidement que ces masses s'accroissaient rapidement elles-mêmes. M. Proctor serait disposé à attribuer à cette seule cause les disproportions qui existent entre les volumes des diverses planètes et à substituer cette théorie cosmogonique de l'agrégation à celle des anneaux de Laplace; nous penserions plutôt que dès l'origine les planètes ont été inégales, et que cette inégalité s'est accrue par l'agrégation des corpuscules cosmiques.

Revenons à la Terre. Si la condensation du globe par le refroidissement ne compense pas cet accroissement de volume, *le mouvement de rotation de la Terre doit se ralentir*, et la durée du jour augmenter. Le principe mécanique des aires démontre en effet que tout mouvement de rotation se ralentit à mesure que s'accroît le rayon de la sphère en mouvement (1).

(1) Un exemple bien simple fera immédiatement saisir cette relation. Supposons que nous ayons dans la main un petit fil à plomb : une petite ficelle tendue par une bille. Enroulons-nous cette ficelle autour de l'index, en lui imprimant un mouvement de rotation : à mesure qu'elle s'enroule autour du doigt et qu'elle se raccourcit, sa vitesse de rotation augmente. Déroulons-la maintenant en lui imprimant un mouvement de

Avons-nous des témoignages suffisants pour admettre que la durée de la rotation de la Terre ait varié depuis les plus anciennes observations astronomiques? Si cette variation existe, est-elle dans le sens indiqué, est-ce un ralentissement? Peut-être sommes-nous autorisés à répondre affirmativement à cette grave question. On se souvient, en effet, que pour mettre d'accord les observations les plus anciennes de la Lune avec les nouvelles, les astronomes Halley, Laplace, Adams et Delaunay ont constaté que la valeur de l'équation séculaire de la Lune s'accélère lentement par suite d'une cause inconnue et que la meilleure explication de cette accélération serait de supposer que le mouvement de la Terre se ralentit.

En cherchant les causes qui pourraient ralentir le mouvement de rotation de la Terre, on n'en a trouvé qu'une seule qui puisse être admise : c'est que les marées produisent un obstacle, un frein à ce mouvement par leur tendance à circuler en sens inverse du mouvement du globe, et qu'elles peuvent agir avec assez d'intensité pour ralentir lentement ce mouvement. Telle est la théorie émise par Delaunay. Le ralentissement ne serait pas rapide, car il ne serait que *d'une seconde en cent mille ans.*

Ici, nous avons, par suite d'une même cause, deux effets qui agissent dans le même sens pour accélérer le mouvement de la Lune. D'une part, le globe terrestre augmentant lentement de volume doit ralentir lentement son mouvement. D'autre part, surtout, l'augmentation de la *masse* de la Terre a pour effet direct, immédiat et constant d'augmenter lentement et progressivement la *vitesse du mouvement* de translation de la *Lune* sur son orbite.

Ces deux effets *s'ajoutent* pour se réfléchir dans les observations lunaires.

Ne peut-on pas admettre que les six secondes indépendantes de la variation de l'excentricité, et qui restent en dernière analyse dans l'équation séculaire de la Lune, peuvent être dues, au moins en partie, à l'accroissement du volume et de la masse de la Terre? C'est du moins là une cause *certaine* dont nous ne pouvons encore calculer l'intensité, faute d'éléments suffisants, mais dont il nous semble qu'on devra désormais tenir compte dans les dernières approximations des inégalités déjà si multipliées du mouvement de la Lune.

Ainsi, en résumé, l'apport des matières étrangères ajoutées de siècle en siècle à la Terre, par les étoiles filantes, est plus important qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent. Ses conséquences principales sont d'accroître gra-

rotation contraire, et nous verrons la vitesse diminuer à mesure que le rayon du mouvement s'allongera. La vitesse angulaire varie en raison inverse du carré de la distance, et la vitesse linéaire, perpendiculaire au rayon, en raison inverse de la distance. Il n'est pas nécessaire que l'augmentation du rayon soit considérable pour que la différence soit sensible.

duellement la masse et le volume du globe terrestre, d'augmenter la vitesse du mouvement de la Lune et de ralentir celle du mouvement de rotation de la Terre.

Tels sont les résultats séculaires de la chute permanente des étoiles filantes. On voit qu'ils ne sont pas insignifiants. Peut-être même sont-ils liés plus intimement encore aux destinées générales de l'Univers.

CAMILLE FLAMMARION.

L'ÉRUPTION DE L'ETNA.

Depuis quelque temps l'Etna montrait une activité extraordinaire. De son cratère principal s'échappait souvent une grande quantité de fumée, mêlée parfois à de la cendre et souvent accompagnée de flammes. De temps en temps de légères secousses du sol témoignaient, elles aussi, qu'un choc inusité de forces bouleversait le sein du volcan.

Dans l'après-midi du 11 mai, un tremblement de terre un peu fort, dont l'*épicentre* parut embrasser toute la contrée *Macchia*, située sur le talus oriental de la montagne, fut comme le prodrome de la conflagration volcanique et du paroxysme géodynamique, qui se manifestèrent quelques jours après.

Le 18, à $10^h 55^m$ du matin commença une grandiose éruption de fumée et de cendre du cratère central. D'énormes globes de fumée, jaillissant du cratère et s'élevant dans les airs, formaient une immense colonne, qui, retombant sur les flancs du mont, le couvrit presque entièrement.

Le même jour, à peu près à la même heure, commença une série de tremblements de terre de forme et d'intensité différentes.

Vers le soir, l'éruption diminua un peu, et un vent léger de l'Est, emportant la fumée, laissa voir nettement la montagne, sur le sommet de laquelle la colonne éruptive s'élevait encore comme un riche panache. Avant minuit l'activité du cratère central cessa presque entièrement, et le volcan se présenta parfaitement débarrassé de toute vapeur.

Le 19, à $0^h 45^m$ du matin, à la suite d'une violente secousse, le flanc méridional de la montagne creva près du théâtre éruptif de 1883, à 8^{km} au nord de Nicolosi et à la hauteur de 1400^m au-dessus du niveau de la mer.

Beaucoup de bouches très actives se formèrent le long de la crevasse du mont. Trois de ces ouvertures jetaient, au milieu de détonations continuelles accompagnées de forts ébranlements du sol, des colonnes de fumée noire très épaisse, et lançaient des *lapilli* (pierres poreuses incandescentes) et des scories jusqu'à la hauteur d'environ 500^m. Les autres, au-dessous, vomissaient des torrents de lave et de la fumée blanche.

Ensuite, la plupart de ces bouches se réunirent pour former un grand cratère éruptif, qui, se soulevant sans cesse par le regorgement de la lave et par la pluie de pierres, de scories, de cendres, constitua un mont de forme conique, aux bords entrecoupés, d'environ 200^{m} de hauteur.

A la distance de trois à quatre kilomètres du lieu de l'éruption, on entendait sans cesse un grondement épouvantable, tel que celui d'une mer orageuse lointaine qui aurait brisé ses vagues contre d'immenses récifs.

Il semblait que la Terre, continuellement ébranlée voulût refuser son soutien ordinaire au spectateur effrayé. Et le ciel, teint d'une couleur funèbre de sang, ajoutait encore à l'horreur lugubre de cette scène.

A des périodes de diminution dans l'intensité des phénomènes éruptifs succédaient d'autres périodes de plus grande violence, annoncées par des chocs plus ou moins forts.

La lave, coulant du Nord au Sud, et laissant à ses côtés plusieurs branches, menaçait Nicolosi, Borrello et Belpasso. Dans la nuit du 27 mai, elle arriva à presque 1^{km} des habitations de Nicolosi, s'avançant avec la vitesse de 15^{m} par heure. La population commença à émigrer en masse. Les habitants, groupés dans les rues, s'embrassaient les uns les autres et pleuraient ensemble leur patrie qui allait être ensevelie sous la masse incandescente du torrent destructeur.

Le 28 et le 29, l'intensité de l'éruption parut décroître; mais le 30, à la suite d'une nouvelle augmentation d'activité des bouches éruptives et par conséquent de la vitesse de la lave, les autorités, qui craignaient justement l'explosion des citernes lorque la lave aurait atteint Nicolosi, décidèrent d'ordonner l'abandon du pays.

Dans l'après-midi du 31, l'archevêque de Catane, qui était à Nicolosi depuis plusieurs jours, partit pour Pédéra, un pays voisin, emportant avec lui les reliques des saints et suivi du reste du peuple éploré, Nicolosi fut entouré par un cordon militaire.

Cependant, par bonheur, le 1er juin, la lave étant seulement à 400^{m} de la maison de Nicolosi la plus proche, l'activité de l'éruption diminua sensiblement, et les différents bras du courant de feu semblèrent devoir s'arrêter. Dès ce jour, l'intensité de l'éruption s'affaiblit toujours de plus en plus, et le 5 toutes les coulées étaient déjà arrêtées et refroidies.

Le bras de la lave le plus proche de Nicolosi s'arrêta à 327^{m} de la première maison; celui dirigé à Barrello et à Belpasso, à près de 2^{km} des habitations.

Le courant de lave parcourut, dans sa direction du Nord au Sud, une longueur de 7^{km} sur un maximum de largeur d'environ 3^{km}; il s'étendit sur une surface d'un peu moins de 7000^{kmq}. Presque un tiers de la surface occupée par le torrent igné était cultivé en arbres fruitiers, en seigle et en vignes; le reste était couvert des laves arides de 1537 et 1766.

La quantité de vapeur aqueuse sortie des entrailles de la montagne, pendant l'éruption a été énorme, près de la lave et du théâtre éruptif, la terre était entièrement trempée d'eau provenant de la condensation de la vapeur.

La relation intime existant entre les phénomènes séismiques et les phénomènes volcaniques fut nouvellement confirmée pendant le cours de la conflagration de l'Etna. A chaque choc séismique de quelque intensité succéda toujours un réveil dans les phénomènes éruptifs, pendant lequel le sol reprenait un état de tranquillité relative.

Il est à remarquer que l'éruption de fumée du cratère central et le paroxysme géodynamique correspondant débutèrent le jour de la Pleine Lune et à l'heure du passage de la Lune au méridien inférieur; l'explosion excentrique commença à l'heure du passage de la Lune au méridien supérieur.

L'explosion de 1883 eut lieu à peu près dans les mêmes conditions.

Les éruptions centrale et excentrique commencèrent à une pression atmosphérique plutôt haute ($0^m,770$), qui, ensuite, s'abaissa de plus en plus jusqu'à la fin de l'éruption.

La température qui, au commencement de l'éruption, était d'environ 3° au-dessous de la normale, s'éleva rapidement et atteignit sa valeur normale, qu'elle maintint pendant toute la période d'activité du volcan. Elle s'abaissa de nouveau lorsque l'éruption cessa.

Un phénomène digne de remarque se manifesta dans l'après-midi du 26. Un vent léger soufflant du S.-E, avec des périodes alternées de plus ou moins grande intensité, il se forma sur la surface de la lave des tourbillons, qui, élevant à de grandes hauteurs des colonnes de cendre et de gaz, allaient faire croire que de nouvelles bouches éruptives s'étaient ouvertes à la surface même du torrent de feu.

La lave sortie de la fente de la montagne présente, en général, les caractères des laves récentes de l'Etna; elle est d'une couleur noire ou plutôt compacte.

Dans cette éruption, de même que dans celle de 1883, on a noté aussi le phénomène de la projection de bombes au noyau quartzeux demi-fondu et ponceux-granuleux. On n'a observé aucune manifestation d'électricité, probablement à cause du peu de cendre lancée par des bouches éruptives.

Dans la table suivante sont notés les mouvements séismiques marqués par les séismographes de l'Observatoire, depuis le commencement du paroxysme géodynamique éruptif de l'Etna jusqu'à ce jour (5 juillet).

Je dois enfin observer que les tremblements de terre sont moins ressentis à Riposto que dans les pays d'alentour; ce qui est dû, probablement, au grand nombre de puits qui percent le sol de la ville.

FEDERICO CAFIERO,
Directeur de l'Observatoire.

Riposto, 5 juillet 1886.

P.-S. — En même temps que cette description, prise sur le vif, de la dernière éruption de l'Etna, nous avons reçu de M. Bruguière, président de la Société scientifique Flammarion de Marseille, de belles photographies de l'éruption, et des spécimens de laves projetées. Ce sont là d'intéressants documents dont nous serons toujours reconnaissants; ce sont autant de pièces authentiques que l'on peut consulter à l'appui de toute étude ultérieure.

MOUVEMENTS SÉISMIQUES

OBSERVÉS A RIPOSTO PENDANT L'ÉRUPTION DE L'ETNA COMMENCÉE LE 18 MAI 1886.

MOIS ET JOUR.	TEMPS VRAI LOCAL	QUALITÉ DU MOUVEMENT.	DIRECTION.	INTENSITÉ (¹).
Mai 18	0h 12m soir.	Vertical.	»	5
» »	0 40 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	1 25 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	5 27 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» 19	0 45 matin.	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	1 50 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	4
» »	4 27 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	7 40 »	Ondulatoire.	E.-W.	3
» »	7 50 »	Ondulatoire.	E.-W.	3
» »	7 55 »	Vertical.	»	3
» »	8 25 »	Ondulatoire.	E.-W.	3
» »	9 5 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	10 » »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	11.10 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	1 5 soir.	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	1 54 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» »	6 13 »	Vertical-ondulatoire.	N.-S.	4
» »	7 39 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	4
» »	8 35 »	Vertical.	»	3
» »	8 54 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	4
» 20	5 13 matin.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	6
» »	6 44 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	6
» »	5 7 soir.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	6
» »	5 51 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» 21	11 44 matin.	Vertical.	»	3
» »	0 48 soir.	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	0 50 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» 23	Minuit.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	0 33 matin.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	4 31 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» »	2 19 soir.	Vertical-ondulatoire.	E.-W.	4
» 24	7 18 »	Vertical-ondulatoire.	N.E.-S.W.	5
» 27	2 30 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	5
» 30	7 47 matin.	Ondulatoire.	E.-W.	3
» 31	6 6 »	Ondulatoire.	S.E.-N.W.	4
Juin 5	0 18 soir.	Vertical-ondulatoire.	E.-W.	7
» 22	6 21 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	6
» 23	0 30 »	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	3
» 24	8 53 matin.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	2
» »	1 30 soir.	Vertical.	»	2
» 27	11 3 »	Vertical-ondulatoire.	N.E.-S.W.	3
Juillet 2	11 13 matin.	Vertical-ondulatoire.	S.E.-N.W.	3

(¹) Échelle conventionnelle adoptée par accord entre l'Italie et la Suisse.

Riposto, 5 Juillet 1886. F. Cafiero.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

L'éclipse totale de Soleil du 29 août prochain. — Sur la demande de la Société royale astronomique de Londres, le gouvernement anglais a résolu d'envoyer une mission à l'île de Grenade (Antilles) pour l'observation de cette éclipse. Le gouvernement des États-Unis se propose également d'envoyer une mission sur la côte ouest de l'Afrique. Le phénomène se présentera non seulement dans d'excellentes conditions de durée ($4^m 41^s$ pour la phase totale, près du port portugais de Saint-Philippe de Benguela). Deux étoiles seront très voisines du bord solaire à l'instant de la totalité, ce qui permettra de rechercher si la couronne solaire est capable d'influencer leur position, par un effet de réfraction.

Occultation d'Aldébaran. — Le 8 avril dernier, l'occultation de cette étoile, qui est arrivée en plein jour, de $5^h 29^m$ à $6^h 39^m$ de l'après-midi, a été observée à Marseille, par M. Lihou, secrétaire de la Société scientifique Flammarion, à l'observatoire de la Société. Lunette de 108^{mm}, gr. = 150. L'entrée et la sortie ont été notées avec précision et le dessin nous en a été adressé. L'occultation a duré $1^h 10^m 7^s$. La sortie a eu lieu près d'un petit cratère voisin de la mer des Crises; on n'a pas remarqué de projection de l'étoile sur le disque lunaire.

La même occultation a été observée à Southampton par un correspondant de *The English Mechanic*, qui ne signale non plus aucune projection de l'étoile sur la Lune, quoique l'éclat et la couleur d'Aldébaran fussent remarquables malgré la lumière du jour.

Occultation d'Uranus. — J'ai observé, le 16 avril, cette occultation annoncée dans la *Revue*, page 155, à Saint-Pons (Hérault). L'occultation n'a pas été complète; à $10^h 35^m$ la planète d'Herschel se trouvait à la faible distance de $45''$ environ du disque lunaire, à ce moment, $10^h 35^m$. Les cirques lunaires, Sitatus, Tycho et Uranus, se trouvaient sur une même ligne droite. GINIEIS.

Occultation du τ Lion le 15 avril. — Ce phénomène a été extrêmement curieux, vu de Caen; l'étoile et la Lune, se rapprochant suivant une ligne presque tangente à notre satellite, j'ai pu croire d'abord à une simple appulse; à $9^h 39^m$ l'étoile, se projetant sur le disque lunaire, *s'est promenée* pendant près d'*une minute* au milieu des sommets éclairés situés sur le terminus au sud de Tycho, et, n'eût été son mouvement, aurait pu être confondue avec un de ces pics. A $9^h 40^m$ extinction subite.

R. BAËR.
Observateur, à Caen.

Vénus a été observée par M. L. Gulli, de Rouen, le 16 février, à midi, à l'aide d'un télescope de $0^m,20$, armé d'un grossissement de 60 fois. La planète avait la forme d'un mince croissant analogue à celui de la Lune le troisième jour de sa lunaison. La conjonction de Vénus avec le Soleil a eu lieu le surlendemain 18 à 8^h du soir.

Conjonction de Saturne avec l'étoile μ des Gémeaux. — Cette conjonction, qui a été annoncée dans *L'Astronomie* pour le 10 janvier dernier, a été observée à Windsor (Nouvelle-Galles du Sud), par M. John Abbott, à $9^h 42^m$ (temps local), ou à $5^h 2^m$ (temps sidéral); les observations ont établi que la planète est passée à $2^s,79$ à l'ouest et à $27'',7$ seulement au nord de l'étoile. Ces observations ont été faites environ trois heures après la conjonction en ascension droite. Ce rapprochement est remarquable et digne d'être noté.

Bolide lent ou bradyte. — M. Werenskiold rapporte, dans la publication suédoise, *Naturen*, que le 5 janvier à $5^h.20^m$ de l'après-midi on a observé dans le district d'Aas un bolide très brillant et très lent qui se montra près du baudrier d'Orion et disparut près de β Baleine. Direction Sud-Ouest. Mouvement ondulatoire, éclat apparent de Vénus, auréole immense. Il resta visible pendant *vingt secondes*.

Bolides ou foudre en boule?. — M. Mavrogordato, de Constantinople, nous signale les deux observations curieuses suivantes qui lui ont été communiquées.

1° Le 1er novembre, à $9^h 30^m$ du soir, on a vu à l'ouest d'Andrinople (Turquie d'Europe) un corps ovale répandant une grande lumière; il paraissait flotter dans l'air et son disque apparent était quatre ou cinq fois plus grand que celui de la Lune. Il se déplaçait lentement et illuminait tout le camp situé près de la gare d'Andrinople avec un éclat dix fois plus vif environ que celui d'une grande lampe électrique.

2° Le 2 novembre au matin, à l'aube, une flamme très lumineuse, d'abord bleuâtre, puis verdâtre et mobile à des hauteurs qui paraissaient varier de cinq ou six mètres a fait à plusieurs reprises le tour de l'embarcadère de *Ferry-Boat* de Scutari (Turquie d'Asie). Sa clarté éblouissante éclairait la rue et inondait de lumière l'intérieur des maisons. Le météore a fini par tomber dans la mer après avoir été visible pendant une minute et demie. On n'a pas entendu de bruit au moment de son immersion.

Ces deux météores sont-ils bien des bolides? Il est permis d'en douter; en tout cas ces observations sont fort intéressantes. Enfin, le lendemain 3 novembre, à $8^h 30^m$ du soir, on a vu, dans tout le département de la Haute-Marne, une lueur immense embraser tout à coup l'horizon, puis disparaître presque aussitôt. A Chaumont, on n'a rien entendu; mais dans les environs de Bourbonne plusieurs personnes ayant entendu une détonation violente ont cru qu'il s'agissait d'un éclair ordinaire; des voyageurs ont raconté qu'il s'est produit après l'apparition du phénomène un bruit semblable à un roulement de wagons vides sur un pont en fer.

Cette fois encore il est permis de se demander si l'on a affaire à un bolide ou à un violent coup de foudre. Mais n'est-il pas singulier que trois jours de suite on ait observé, dans des localités tellement éloignées des phénomènes lumineux qui ne se manifestent que rarement?

Curieux phénomène météorologique. — M. C. André a transmis à l'Académie des Sciences la relation d'un phénomène dont il a été témoin à Pondichéry.

Le samedi 13 juin 1885, vers 8h du soir, j'étais à table, dans une chambre attenante à la tour du phare, dans la partie nord-ouest de cette tour; tout à coup, je vis une bande brumeuse, d'environ 2m de large, se détacher de l'arête supérieure de la muraille, à laquelle je faisais face, et obscurcir soudainement cette dernière, en même temps que, sous la table, à mes pieds, se produisait un bruit sec, sans écho ni durée, et d'une violence extrême. La sonorité a été celle qu'aurait produite le choc formidable, de bas en haut, d'un corps dur contre la paroi inférieure tout entière de la table, laquelle, à ma plus grande surprise, n'a pas bougé, non plus que les divers objets qui la garnissaient.

Après cette détonation, mon assiette se mit à pivoter et exécuta sur la table plusieurs mouvements de rotation sans aucun bruit de frottement, ce qui prouve qu'à ce moment l'assiette a quitté la table sans toutefois s'en éloigner sensiblement. L'assiette et la table restèrent intactes.

Observations. — 1° Le temps était demi-orageux; le service du port signale quelques éclairs lointains dans le Sud-Sud-Est à Sud-Sud-Ouest, et, vers 8h, un grand bruit et tout semblable à un formidable coup de tonnerre. (Le port est à 500m du lieu que j'habite.)

2° Le paratonnerre placé au-dessus de ma tête, ainsi que le câble métallique qui le relie à la terre, étaient, avant et après le phénomène, en parfait état.

3° Aucune manifestation lumineuse (ni éclair ni foudre) ne s'est révélée au moment du grand bruit; une lampe à pétrole placée sur la table n'a rien perdu de sa clarté.

4° Aucun courant d'air ne s'est produit ni au moment du bruit, ni, chose aussi étrange, au moment où l'assiette s'est déplacée avec une grande vitesse, la flamme de la lampe n'a pas vacillé, bien que rapprochée; je n'ai non plus rien ressenti, pas le moindre souffle d'air.

5° Aucune odeur ne s'est produite.

6° L'appartement était clos.

7° Une pluie abondante, tombée une heure plus tard, avait rendu le tablier du pont débarcadère tellement glissant que je ne pus me rendre à son extrémité, qui est à 264m de la terre. Un domestique, nu-pieds, avait peine à se tenir debout.

Mes domestiques ont affirmé, pour l'avoir vu et entendu, tout ce que je viens de rapporter.

Phénomènes électriques. — Un phénomène vraiment extraordinaire s'est produit pendant un orage qui a passé sur Sotteville au mois d'août 1885. Le tonnerre grondait, la pluie tombait à torrents. Tout à coup les personnes voisines de la rue Pierre-Corneille, en face de la rue Leroy, ont vu tomber plusieurs petites boules de la grosseur d'un pois ordinaire, qui, en touchant terre, brûlaient laissant échapper une petite flamme rouge, en tirant sur le violet. Un des témoins en a vu au moins une vingtaine, et lorsqu'il a mis le pied sur l'une d'elles, elle a de nouveau produit une flamme. Elles n'ont laissé aucune trace sur la terre.

La foudre globulaire. — Les manifestations de la foudre en boule sont assez rares pour qu'il y ait intérêt à signaler celles qui ont été observées. M. Mavrogordato nous fait connaître une de ces apparitions remarquables. Le 9 octobre

1885, à 8h25m du soir, pendant un violent orage, dans une maison de Péra occupée par une famille qui se trouvait à table dans une salle du rez-de-chaussée, on a vu un globe de feu de la grosseur d'une petite pomme pénétrer par la fenêtre ouverte; ce globe vint frôler un bec de gaz, puis, se dirigeant vers la table, il passa entre deux convives, fit le tour d'une lampe centrale suspendue au milieu de la table, puis, après avoir fait entendre une détonation semblable à un coup de pistolet, se précipita dans la rue où il éclata avec un fracas extraordinaire, sans avoir commis aucun dégât, ni blessé personne. Non loin du théâtre de ce phénomène se trouvent des édifices pourvus de nombreux paratonnerres. Aucune odeur n'a été signalée à la suite du phénomène.

Autre cas, plus curieux encore. — L'explication de la foudre en boule est encore difficile. Des physiciens fort distingués n'y voient que l'aigrette lumineuse, analogue à celle des paratonnerres et du feu Saint-Elme, se promenant sur le sol et sur les objets, suivant les déplacements d'un nuage électrique extérieur. Quoi qu'il en soit sur ce point, voici une observation, extraite des Mémoires de Du Bellay, qui peut être rapportée à ce phénomène. Le 3 mars 1557, Diane de France, fille illégitime de Henri II, alors dauphin, épousa François de Montmorency. La première nuit des noces, une flamme électrique entra par la fenêtre, parcourut tous les coins de la chambre, et finalement vint au lit des nouveaux mariés. Là, elle brûla, dit l'historien, les coiffures, le linge, les ajustements de nuit de Diane. Sur ce dernier point, il faut probablement faire la part de l'exagération. Quant à l'effroi qui s'empara des époux, ainsi troublés dans leur première nuit de noces, on peut aisément l'imaginer.

Arc-en-ciel lunaire. — Depuis le 17 novembre dernier, jusqu'au 26, la pluie à Lisbonne a été presque continuelle. Le 22, vers 6h du soir, il y a eu une petite éclaircie soudaine du ciel; et, comme je sortais pour aller observer les occultations d'étoiles qui devaient arriver ce soir-là (Aldébaran entre autres), j'ai été témoin d'un *arc-en-ciel lunaire*, phénomène assez rare. L'arc-en-ciel s'est présenté à l'Ouest, et était bien brillant. On y distinguait parfaitement les couleurs principales du spectre. La Lune était pleine et levée depuis trois heures environ.

L'arc-en-ciel, qui dura dix minutes environ, n'a pas présenté la forme semi-circulaire; il se composait seulement d'une portion équivalente à un quart de cercle. La pluie était alors presque nulle.

Il serait intéressant de savoir s'il y a un parmi les lecteurs de la *Revue* beaucoup d'observateurs d'arcs-en-ciel lunaires. Mon illustre ami Silva Pinto, un des écrivains les plus distingués du Portugal, me dit en avoir observé un à Porto, il y a dix années environ.

NARCISO DE LACERDA.

Remarque. — Les arcs-en-ciel lunaires sont rares, sans être cependant *très* rares. Ils se produisent en vertu des mêmes lois que les arcs-en-ciel solaires.

Une pluie fine est nécessaire pour la réfraction des rayons lumineux : il faut alors avoir la Lune derrière soi. On trouve dans l'*Atmosphère* de M. Flammarion (ouvrage épuisé depuis plusieurs années) une chromolithographie et la description d'un bel arc-en-ciel lunaire observé par l'auteur à Compiègne, le 9 mai 1865, veille de la Pleine Lune.

Observatoire météorologique à Hong-Kong. — Le gouvernement anglais a créé à Hong-Kong un observatoire météorologique confié à la haute direction de notre laborieux collègue M. M. Doberck, célèbre par ses importants travaux sur les étoiles doubles. Érigé en 1883, les observations ont commencé le 1er janvier 1884. Tous les faits météorologiques, pression de l'air, température, direction et force du vent, pluie, éclairements solaires, sont enregistrés à l'aide d'appareils automatiques construits sur le modèle de ceux de l'observatoire de Kew.

D'après les deux années d'observation 1884 et 1885 on peut déjà reconnaître que la direction moyenne du vent est E. 3° S., E.-N.-E. en hiver, E.-S.-E. en été, et que la hauteur moyenne mensuelle de l'eau tombée est de 12 pouces anglais ($0^m,305$); le maximum diurne de la pluie arrive pendant l'accroissement de la température de 8^h du matin à 12^h, et le maximum pendant le décroissement, de 6^h du soir à minuit. La proportion du décroissement de la température a été trouvée de 1° pour 261 pieds en hiver, de 347 pieds au printemps, de 262 pieds en été, de 254 pieds en automne et de 281 pieds pour l'année. A Ben-Nevis, les mêmes rapports sont 279, 251, 268, 290 et 270 pieds.

L'observatoire de Hong-Kong est particulièrement intéressant au point de vue météorologique, à cause de la position de cette station relativement au grand continent asiatique. Nous regretterions cependant que la Météorologie enlevât tout à fait M. Doberck à l'Astronomie.

Singulière petite trombe. — Je viens vous signaler un curieux phénomène qui a été observé le samedi 22 mai, dans le jardin de M. Comte, jardinier à Bar-sur-Aube.

Dans l'après midi, le temps étant beau et le vent très faible, différents objets pesants se sont subitement enlevés, en tournoyant à la hauteur d'une douzaine de mètres, pour retomber presque au même endroit au bout de deux minutes environ.

Parmi ces objets se trouvait un de ces châssis vitrés que les jardiniers emploient pour abriter les jeunes plantes.

Celui qui nous occupe a une membrure en fer et pèse environ *soixante kilogrammes.*

Il a été enlevé, m'affirme M. Comte, à la hauteur des grands peupliers qui bordent le jardin et il est retombé à quelques mètres à l'ouest de son point de départ.

Quelques objets plus légers, paniers, débris de paille ou de fumier, etc, qui se trouvaient dans le voisinage immédiat du châssis se sont enlevés avec lui, mais au delà d'un cercle très étroit rien n'a bougé.

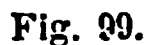
Il est à remarquer que les deux témoins du phénomène n'ont entendu aucun

bruit sinon celui de la chute et qu'ils n'ont ressenti aucun mouvement d'air, et cependant l'un deux n'était qu'à quelques pas.

Le ciel était d'ailleurs sans nuages, mais il faisait un temps lourd, très chaud ; le soir j'ai observé de nombreux éclairs dits de chaleur tout autour de l'horizon et le lendemain il y a eu un petit orage au point du jour.

G. Paroisse.
Professeur de physique au collège de Bar-sur-Aube.

Photographie d'un éclair. — Nous avons reçu la photographie reproduite ici


Fig. 99.



Éclair photographié le 26 mai 1886.

(*fig.* 99) d'un éclair, faite au château de Rougemont (Tours) par MM. Schleusner et E. Vignoles pendant l'orage du 26 mai. Tous nos lecteurs seront frappés comme nous de la valeur de ce document fourni par la nature elle-même. L'orage, sans doute suivi de celui qui balaya Bordeaux le même jour, passa dans la soirée à 5^{km} au sud de Tours.

Le cliché a été obtenu avec un objectif Steinheil.

Les trois rubans verticaux au bas de l'épreuve appartiennent à un éclair qui précéda d'une petite fraction de seconde l'éclair principal qui sillonne la plaque dans toute sa longueur.

La forme remarquable de ce terrifiant phénomène ne change-t-elle pas quelque peu les idées qui ont cours sur la transmission de l'électricité?

La foudre en spirale. — M. Ch. Moussette a présenté à l'Académie des photographies d'éclair prises pendant l'orage du 12 mai dernier et sur lesquelles il croit avoir découvert à la loupe que l'éclair est enroulé en forme de spirale.

Ce serait là une curieuse et importante constatation. Mais la cause de ces aspects ne résiderait-elle pas dans une mise au point défectueuse? Plusieurs membres de l'Institut font cette objection.

Ces photographies sont extrêmement intéressantes, et, afin que nos lecteurs puissent juger par eux-mêmes, nous les reproduirons dans notre prochain Numéro.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 AOUT AU 15 SEPTEMBRE 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Se reporter, pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé pendant cette période de l'année, ainsi que pour l'observation des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, soit aux cartes publiées mensuellement dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles*.

Nous voici à l'époque la plus favorable pour les observations astronomiques. Chaque soir, le ciel est généralement pur, la température douce, et les nuits sont déjà suffisamment longues. C'est le moment où les habitants des villes émigrent à la campagne ou se rendent dans quelque station balnéaire. Nous ne saurions donc trop engager les astronomes amateurs à se munir, à l'instant du départ, d'une forte jumelle marine, d'une bonne lunette terrestre ou mieux encore d'une lunette astronomique.

Mercure, *Vénus* et *Saturne* sont visibles le matin; *Mars*, *Cérès*, *Pallas*, *Junon*, *Jupiter* et *Uranus*, le soir.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — Les jours décroissent rapidement en longueur, en même temps que la chaleur moyenne diurne va doucement en diminuant. Cela tient à ce que le Soleil se rapproche sans cesse de l'équateur. Sa déclinaison boréale, qui est de 14°1′ au 15 août, n'est plus que de 2°58′ au 15 septembre. C'est cette importante diminution de 11°3′ qui amène une décroissance de $1^h 45^m$ dans la durée totale du jour, du 15 août au 15 septembre.

Le 31 août, le *midi moyen coïncide avec le midi vrai*. Après quoi, les matinées ont une durée qui dépasse de plus en plus la longueur des soirées.

Une importante *éclipse totale de Soleil* aura lieu le 29 août 1886, de $10^h 28^m$ du matin à $3^h 42^m$ du soir. Cette éclipse sera entièrement invisible en Europe.

A $10^h 28^m$ du matin, temps moyen de Paris, le *cône de pénombre* de la Lune arrivera en contact avec la Terre, au sud du golfe du Mexique; à cet instant, le

Soleil se lèvera pour le lieu dont la latitude est 11°44′ Nord et la longitude 69°31′ Ouest. A 11^h21^m, le *cône d'ombre* sera en contact avec notre planète en un point situé dans l'isthme de Panama. Ce sera le commencement de l'*éclipse totale*.

L'*éclipse centrale* commencera à 11^h23^m du matin, dans le voisinage de la ville de Colon, et finira à 2^h47^m du soir, sur la côte sud-est de l'île de Madagascar. Pendant ces 3^h24^m, l'*ombre* de la Lune se déplacera vers l'Orient avec une vitesse moyenne de 64 820m par minute, recouvrant un étroit espace qui sera plongé, pendant un temps qui variera entre 2^m59^s et 6^m37^s, dans une profonde obscurité. La *trajectoire de l'éclipse centrale* coupera la presqu'île de *Maracaïbo* dans la République de Colombie, la presqu'île de *Paraguana* dans le Vénézuéla, les îles *Curaçao* et *Bonaire*, passera au sud de l'île *Saint-Vincent*, longera légèrement le sud de la *Barbade*, traversera l'*Océan Atlantique* et le *sud de l'Afrique*, de Saint-Philippe-de-Benguela à la baie de Sofala.

Dans l'Amérique centrale, dans le sud-est du Mexique et des États-Unis, dans la Colombie, l'Équateur et le Pérou, dans les Grandes-Antilles, on ne pourra observer que le commencement du phénomène, au lever du Soleil. Dans les Guyanes, la Bolivie, le Vénézuéla, le Brésil, les Petites-Antilles, les Açores, les Canaries, toute l'Afrique sauf l'Algérie, la Tunisie, le Tripoli et l'Égypte, les astronomes étudieront les diverses phases de l'éclipse. La durée et la grandeur de la phase seront d'autant plus considérables que le lieu d'observation sera plus voisin de la ligne centrale.

Sur la côte sud-est de l'Afrique et dans les îles les plus rapprochées, dans l'Océan Indien, on verra l'éclipse au coucher du Soleil.

C'est à 2^h48^m que se terminera l'*éclipse totale*. Enfin, à 3^h42^m, le cône de la pénombre disparaîtra, à son tour, de notre globe terrestre.

Lune. — La Pleine Lune s'élève de plus en plus dans le ciel ; mais, en revanche, le Premier Quartier demeure très bas sur l'horizon. Si l'on tient à faire de bonnes études sélénographiques, il faut avoir le courage de devancer le lever du Soleil et observer le Dernier Quartier avant l'aurore.

Une des plus fortes *marées* de 1886 sera celle des 29, 30 et 31 août. La haute mer aura lieu, à Granville, à Saint-Malo, au mont Saint-Michel, à 6^h du soir le 29 août ; à 4^h25^m du matin et à 6^h50^m du soir le 30 ; à 7^h8^m du matin et à 7^h30^m du soir le 31 août. Nous invitons les nombreux lecteurs de *L'Astronomie* à profiter des billets d'aller et retour à prix réduit, que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest met à la disposition des excursionnistes pour aller visiter à ce moment-là nos côtes normandes et jouir de ce spectacle toujours émouvant, souvent terrible, des grandes marées.

Phases...	DQ le 22 août, à 7^h51^m soir.	PQ le 5 septembre, à 8^h5^m matin.
	NL le 29 » à 1 4 »	PL le 13 » à 11 0 »

Les deux Pleines Lunes d'août et de septembre, appelées par les anglais *Lunes des Moissons*, jouissent de la propriété singulière de se lever presque à la même heure, durant plusieurs soirées consécutives. Cette curieuse anomalie est due à la rapide augmentation de la déclinaison boréale de notre satellite, augmentation

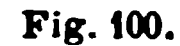
qui avance le lever de l'astre. Du 14 au 20 août, du 10 au 16 septembre, la différence entre deux levers successifs varie entre 24 minutes et 28 minutes seulement.

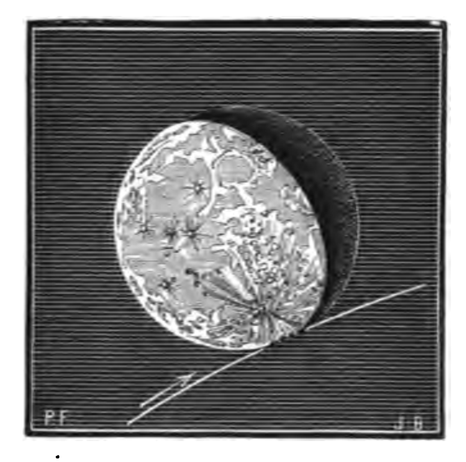
Occultations et appulses visibles à Paris.

Quatre occultations et deux appulses seront visibles le soir, dans la première moitié de la nuit; une occultation et une appulse d'étoiles de 4e grandeur seront observables dans la seconde moitié.

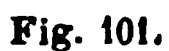
1° 4 Baleine (6e grandeur), le 17 août, à 10h3m du soir, simple appulse. L'étoile ne fera que frôler le bord de la Lune, à la faible distance de 2',9, en un point placé à 17° à droite et au-dessus du point le plus bas. Il y aura occultation pour les observateurs du nord de l'Europe.

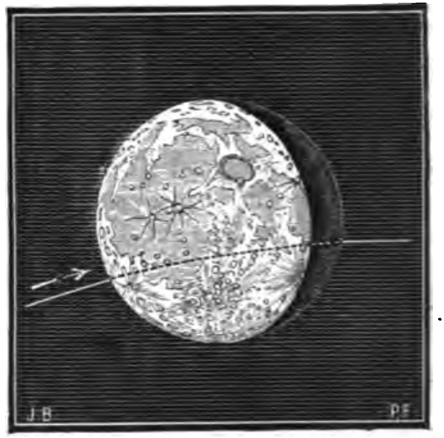
2° 5 Baleine (6e grandeur), le 17 août, de 10h17m à 10h29m du soir. Comme le montre


Fig. 100.



Occultation de 5 Baleine par la Lune, le 17 août, de 10h17m à 10h29m du soir.


Fig. 101.



Occultation de B.A.C. 5 par la Lune, le 17 août, de 10h18m à 11h27m du soir.

la *fig.* 100, la disparition de l'étoile a lieu à 5° à droite et au-dessus du point le plus bas, et la réapparition du même côté, à 25° au-dessus du même point. A Greenwich, l'occultation durera 29 minutes.

3° B.A.C. 5 (5,5 grandeur), le 17 août, de 10h18m à 11h27m du soir. C'est la 3e occultation de la soirée et qui se produit presque en même temps que la précédente. La *fig.* 101 indique que l'étoile disparaît dans la partie orientale du disque de la Lune, à 34° au-dessous du point le plus à gauche, pour réapparaître à l'opposé, à 12° au-dessous du point le plus à droite. Le phénomène sera visible dans l'Europe occidentale.

4° ν Poissons (5e grandeur), le 19 août, de 10h48m à 11h53m du soir. L'étoile disparaît derrière la partie orientale du disque lunaire, à 29° au-dessous du point le plus à gauche, et reparaît à 6° au-dessus du point le plus à droite. Visible dans la plus grande partie de l'Europe.

5° γ Taureau (4e grandeur), le 23 août, de 3h25m à 4h27m du matin. Cette belle étoile disparaît également dans la partie orientale du disque de notre satellite, à 15° au-dessus du point le plus à gauche; elle reparaît ensuite du côté opposé, à 44° au-dessus du point le plus à droite. A Greenwich, la durée du phénomène ne sera que de 51 minutes.

6° B.A.C. 6536 (6e grandeur), le 7 septembre, de 10h4m à 10h40m du soir. La disparition

et la réapparition ont lieu du même côté, dans la partie sud-est du disque de la Lune, parce que notre satellite est près de se coucher. La disparition se fait à 30° au-dessous du point le plus à gauche et la réapparition à 8° au-dessus et à gauche du point le plus bas. La durée de l'occultation est de 50 minutes à Greenwich.

7° φ VERSEAU (4° grandeur), le 13 septembre, à $2^h 10^m$ du matin, simple appulse. L'étoile ne fera que frôler le disque de la Lune, en un point situé à 41° au-dessus du point le plus à droite. La distance minimum ne sera alors que de 3',5. Il y aura occultation pour l'Europe centrale.

8° 24 POISSONS (6° grandeur), le 31 septembre, à $8^h 44^m$ du soir. Cette appulse sera fort intéressante à observer, la Lune étant encore peu élevée au-dessus de l'horizon. Notre satellite passera à la faible distance de 2',3 de l'étoile. Le point le plus rapproché sera situé à 12° au-dessous et à gauche du point le plus au Nord. Occultation pour l'ouest de la France.

Occultations diverses.

Les lecteurs de la *Revue* habitant les diverses parties du globe pourront encore étudier les occultations suivantes :

1° α TAUREAU (1re grandeur), le 23 août, à $11^h 36^m$ du matin, temps moyen de Paris. Les limites de la latitude sont 46° Nord et 14° Sud Les astronomes de la partie méridionale de l'Europe et du nord de l'Afrique pourront observer les différentes phases du phénomène, en se servant d'une puissante lunette astronomique.

2° γ^1 VIERGE (3° grandeur), le 31 août, à $4^h 56^m$ du soir. Limites de latitude 32° Nord et 38° Sud. Visible en Afrique.

MERCURE. — *Mercure* se trouvera, pendant trois semaines, dans d'excellentes conditions pour l'observation, le matin avant le lever du Soleil.

Jours.	Lever.		Passage Méridien.		Différence Soleil.	Constellation.
25 Août.........	4^h	matin.	$11^h 5^m$	matin.	$1^h 8^m$	LION.
28 »	$3 47^m$	»	10 56	»	1 25	»
31 »	3 40	»	10 51	»	1 36	»
2 Septembre...	3 42	»	10 51	»	1 37	»
5 » ...	3 45	»	10 53	»	1 38	»
8 » ...	3 54	»	10 58	»	1 34	»
11 » ...	4 9	»	11 6	»	1 23	»
14 » ..	4 26	»	11 15	»	1 10	»

Le 16 août, à 9^h du matin, *Mercure* arrive en conjonction inférieure avec le Soleil, pour s'éloigner ensuite de la Terre. Le 25, à 11^h du matin, la planète est en station et son mouvement de rétrograde devient direct.

Conjonction avec la Lune, le 28 août, à 9^h du matin. La planète se trouve à 14' au nord de notre satellite.

Mercure atteint sa plus grande élongation occidentale le 2 septembre à 11^h du matin; il est alors situé à 18°5' à l'ouest du Soleil.

Le 7 septembre, à midi, *conjonction avec Régulus*, la planète étant à 36' au nord de l'étoile. Avec une jumelle, on pourra apercevoir les deux astres, pendant deux jours, le matin, dans le même champ de l'instrument.

Nouvelle *conjonction* le 11 septembre, à 8^h du matin : la planète est à 1°29' au nord de ρ Lion.

Mercure a un diamètre de 7",2 au 1er septembre; sa distance à la Terre est alors de 133 millions de kilomètres et au Soleil de 47 millions de kilomètres.

Vénus. — *Vénus* brille toujours d'un vif éclat dans le ciel de l'Orient, le matin, avant le lever du Soleil. Mais comme la planète, tout en continuant sa marche directe dans le Cancer et le Lion, s'éloigne toujours de la Terre, il faut se hâter de l'observer, car elle ne tardera pas à disparaître, perdue dans les rayons de l'astre du jour. En même temps que la planète s'éloigne de nous, la partie éclairée de son disque s'accroît peu à peu, de sorte qu'au 15 septembre, les $\frac{19}{20}$ sont observables.

Le 21 août, au matin, *Vénus passera à une très faible distance, au sud du bel amas du Cancer.* Il faudra une lunette astronomique ou une bonne jumelle. Ce sera alors un très beau spectacle pour les amis d'Uranie.

Conjonction avec δ *Cancer*, le 25 août, au matin; la planète sera située à 22' au nord de l'étoile.

Autre *conjonction* le 27 août, avec la Lune. *Vénus* se trouvera, à 8h du soir, à 3° au nord de notre satellite.

Le 11 septembre, vers 7h du soir, *Vénus* et *Régulus seront visibles dans le même champ d'une lunette astronomique.* La planète sera à 39' au nord de l'étoile.

Jours.	Lever.		Passage Méridien.		Différence Soleil.	Constellations.
15 Août.........	2h23m	matin.	10h11m	matin.	2h31m	Cancer.
18 »	2 29	»	10 15	»	2 29	»
21 »	2 36	»	10 18	»	2 26	»
24 »	2 43	»	10 22	»	2 23	»
27 »	2 51	»	10 25	»	2 20	»
30 »	2 59	»	10 28	»	2 16	»
2 Septembre...	3 7	»	10 31	»	2 12	Lion.
5 » ...	3 15	»	10 34	»	2 8	»
8 » ...	3 24	»	10 37	»	2 4	»
11 » ...	3 32	»	10 39	»	2 0	»
14 » ...	3 41	»	10 42	»	1 55	»

Vénus a un diamètre de 10",8 au 1er septembre. La distance à la Terre est de 225 millions de kilomètres et au Soleil de 106 millions de kilomètres.

Mars. — *Mars* est toujours visible le soir. Il s'éloigne de la Terre et nous présente les $\frac{9}{10}$ de son disque.

Jours.	Passage Méridien.		Coucher.		Constellations.
18 Août...........	3h55m	soir.	9h 7m	soir.	Vierge.
22 »	3 49	»	8 56	»	»
26 »	3 43	»	8 46	»	»
30 »	3 37	»	8 35	»	»
3 Septembre.....	3 31	»	8 24	»	Balance.
7 »	3 26	»	8 15	»	»
11 »	3 21	»	8 6	»	»

Le 31 août, au matin, *Mars* sera en *conjonction* avec λ Vierge, à 1°14' au sud de l'étoile.

Curieuse *conjonction* le 12 septembre. *Mars* sera visible pendant plusieurs jours, à 1°10' au sud de l'étoile double α Balance.

Diamètre de Mars, au 1er septembre, 6",4. Distance à la Terre, 261 millions de kilomètres, et au Soleil 221 millions de kilomètres.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* est en mouvement rétrograde jusqu'au 4 septembre ; après quoi sa marche devient directe dans la constellation du Sagittaire. Elle séjourne pendant plusieurs semaines dans le voisinage des étoiles τ et ζ, de 3e grandeur. Cette petite planète sera particulièrement intéressante à observer, dans l'Europe méridionale et le nord de l'Afrique.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Cérès.	Constellation.
16 Août...........	9h34m soir.	0h40m matin.	SAGITTAIRE.
20 »	9 17 »	0 23 »	»
24 »	9 0 »	0 06 »	»
28 »	8 43 »	11 49 soir.	»
1er Septembre. ..	8 17 »	11 43 »	»
5 »	8 11 »	11 17 »	»
9 » . .	7 56 »	11 3 »	»
14 »	7 41 »	10 49 »	»

Coordonnées au 1er septembre : Ascension droite 19h10m. Déclinaison 31°38' S.

Pallas se trouve dans les meilleures conditions pour l'observation. Une simple jumelle suffit pour l'apercevoir dans la constellation d'Hercule, à 10° à l'est de l'étoile α Hercule et à 5° à l'est de α Ophiuchus. Après être arrivée en station le 20 août, la petite planète prend un mouvement direct et se dirige vers les étoiles 72 et 71 du Taureau de Poniatowski. C'est le 7 septembre que *Pallas* sera à sa distance minimum de α Ophiuchus.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
16 Août...........	8h 9m soir.	3h34m matin.	HERCULE.
20 »	7 53 »	3 14 »	»
24 »	7 37 »	2 54 »	»
28 »	7 22 »	2 35 »	»
1er Septembre....	7 7 »	2 16 »	»
5 »	6 52 »	1 57 »	»
9 »	6 38 »	1 39 »	»
13 »	6 24 »	1 21 »	»

Coordonnées au 1er septembre : Ascension droite 17h51m. Déclinaison 13°50' N.

Junon est en mouvement direct dans la constellation d'Ophiuchus. Les observateurs pourront très facilement la reconnaître avec une simple jumelle, tout auprès, à moins de 2°, de μ Ophiuchus, d'abord à l'est, puis au sud de l'étoile, toujours à l'ouest de l'Écu de Sobieski.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
16 Août...........	7h42m soir.	1h10m matin.	OPHIUCHUS.
20 »	7 27 »	0 53 »	»
24 »	7 12 »	0 36 »	»
28 »	6 57 »	0 20 »	»
1er Septembre....	6 42 »	0 3 »	»
5 »	6 28 »	11 47 soir.	»
9 »	6 14 »	11 31 »	»
13 »	6 1 »	11 16 »	»

Coordonnées au 1er septembre : Ascension droite 17h26m. Déclinaison 9°11'S.

Vesta se lève avant le Soleil, mais elle est perdue dans les rayons de l'astre du jour.

JUPITER. — Cette brillante planète va bientôt disparaître. Il faut donc étudier

encore ses taches et les détails de sa surface, à l'aide d'une puissante lunette astronomique.

Le 16 août, à 7h du soir, *conjonction des deux planètes Jupiter* et *Uranus*. La première sera au nord de la seconde, à la distance de 31'. Pendant quelques jours, les deux astres seront visibles dans le même champ d'une jumelle de théâtre ou d'une jumelle marine.

Conjonction avec la Lune le 31 août, à 3h du soir, *Jupiter* étant à 1°51' au sud de notre satellite.

Le 6 septembre, *conjonction* avec la belle étoile γ *Vierge*, *Jupiter* se trouvant à 1°49' au sud.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Constellation.
18 Août...........	2h35m soir.	8h33m soir.	VIERGE.
22 »	2 22 »	8 19 »	»
26 »	2 9 »	8 4 »	»
30 »	1 56 »	7 50 »	»
3 Septembre.....	1 43 »	7 35 »	»
7 »	1 30 »	7 21 »	»
11 »	1 18 »	7 7 »	»
15 »	1 5 »	6 53 »	»

Au 1er septembre, diamètre de Jupiter 29",2; distance à la Terre, 934 millions de kilomètres et au Soleil 808 millions de kilomètres.

SATURNE. — *Saturne* forme avec *Castor* et *Pollux* un magnifique triangle, le matin, à l'Orient. Ce coin du ciel est très curieux à observer, à cause du voisinage de *Vénus*, de *Procyon* et d'*Orion*. La marche de la planète est directe.

Jours.	Lever.	Passage méridien.	Constellation.
17 Août...........	1h39m matin.	9h33m matin.	GÉMEAUX.
21 »	1 26 »	9 19 »	»
25 »	1 12 »	9 5 »	»
29 »	0 58 »	8 51 »	»
2 Septembre.....	0 44 »	8 37 »	»
6 »	0 31 »	8 23 »	»
10 »	0 17 »	8 9 »	»
14 »	0 3 »	7 55 »	»

Saturne a un diamètre de 15",6 au 1er septembre. Sa distance à la Terre est de 1429 millions de kilomètres et au Soleil de 1334 millions de kilomètres.

URANUS. — *Uranus* s'éloigne de plus en plus de nous. Il ne pourra être facilement reconnu dans le ciel qu'à cause de son rapprochement avec Jupiter.

3° ÉTOILE VARIABLE :

Les minima suivants d'*Algol* ou β Persée seront observables :

19 Août........	Diminution principale	11h 1m soir.	Minimum.	12h27m soir.
22 »	» »	7 50 »	»	9 16 »
25 »	» »	4 39 »	»	6 5 »
11 Septembre..	» »	9 32 »	»	10 58 »
14 » ..	» »	6 21 »	»	7 47 »

EUGÈNE VIMONT.



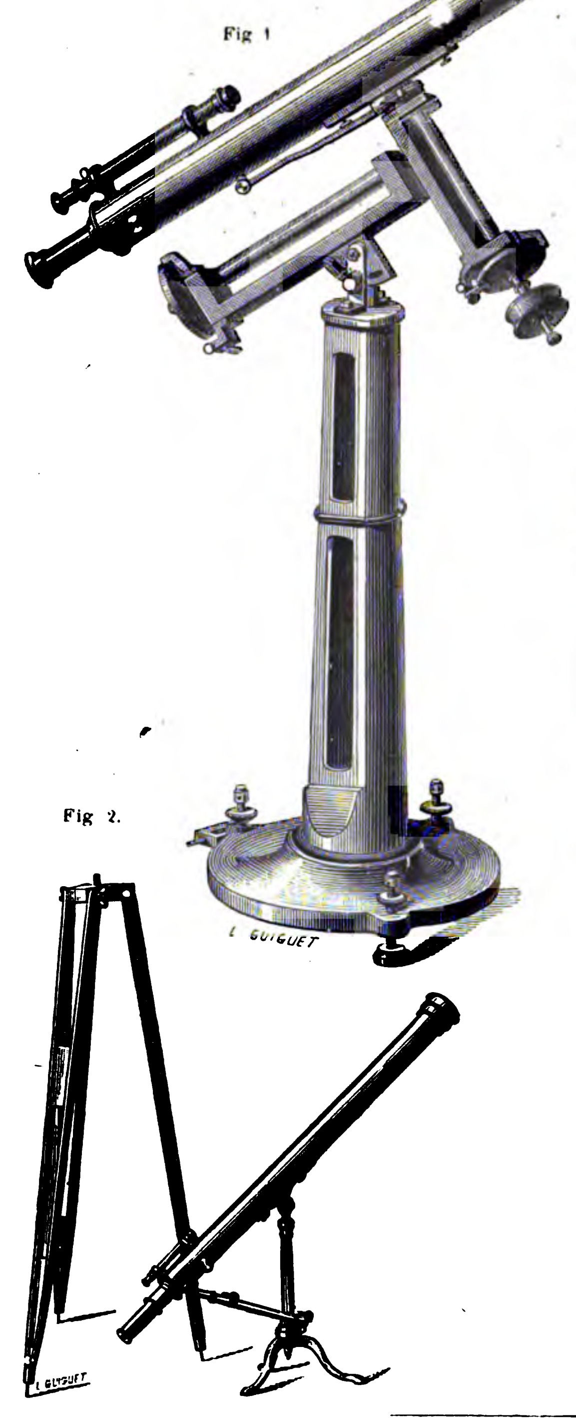
A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 1872

55, rue de Chabrol, à Paris.



Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. **Monture** équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).
L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles.		OCULAIRES.				PRIX.
		Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	Terrestres.		Célestes.		
				Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	
0m,108	1m,60	0m,15	0m,18	1	80	3	100, 160 et 270	1450
0m,135	1m,90	0m,15	0m,18	1	90	4	100, 150, 200 et 450	2500

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.			
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.		
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	275	25
0m,081	1m,30	1	55	3	75, 120 et 200	360	35
0m,095	1m,45	1	60	3	85, 130 et 240	465	35
0m,108	1m,60	1	80	3	100, 160 et 270	650	35

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.		Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.				
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	Sans chercheur.	Avec chercheur.	
0m,057	0m,85	1	35	1	90	100	135	25
0m,061	0m,90	1	40	1	100	140	175	25
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	190	225	25

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. **35** fr.
Écran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... **15** fr.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 9. Septembre 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

Paris : 12 fr. — Départements : 13 fr. — Étranger : 14 fr.

Prix du Numéro : 1 fr. 20 c.

La Revue paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 9 (SEPTEMBRE 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

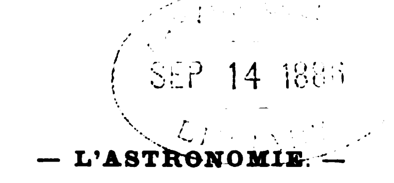
POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. —
FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.
VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.
DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.
G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.
LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.
GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.
G. TRAMBLAY. — Photographie lunaire dans les instruments de moyenne puissance.
H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.
P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.
DE BOE. — La lumière.
ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.
ASAPH HALL. — La latitude varie-t-elle?
Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.
TRÉPIED. — Phénomènes observés dans les occultations d'étoiles.
GAUDIBERT. — Comment je me suis construit un télescope.
DENNING — Dernières observations sur Mars.
ERICSSON. — Mesures thermométriques sur la température de la Lune.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**
DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**
DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus, de Mercure.**
FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**
FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers. — Le point fixe dans l'univers.
GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**
HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**
HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.
JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**
JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**
MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.
PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**
SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**
TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460000^{km}.**

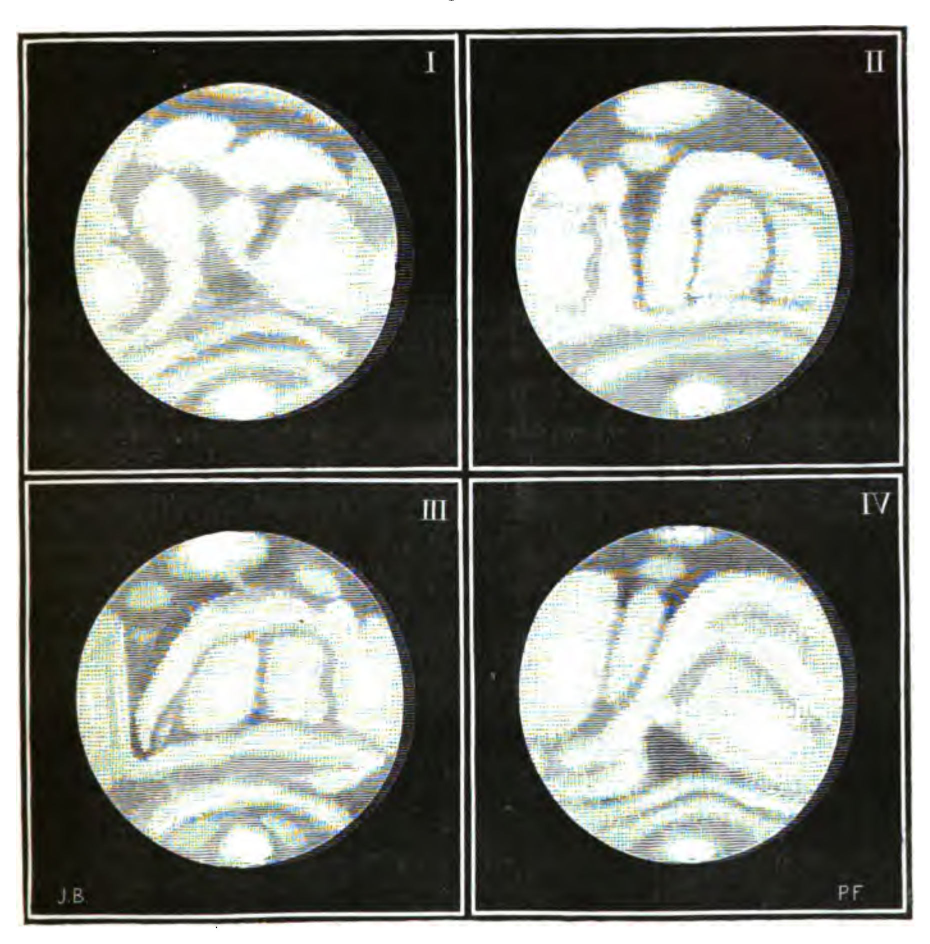
Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées **à M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**



ASPECT PHYSIQUE DE MARS EN 1886.

J'ai effectué pendant les mois de mars et d'avril dernier une série d'observations de la planète Mars, à l'aide d'un télescope à miroir de verre argenté

Fig. 102.



ASPECT DE LA PLANÈTE MARS, D'APRÈS LES OBSERVATIONS DE 1886, PAR M. DENNING.

I. 27 avril $8^h 40^m$. Long. 187°. | III. 13 avril $9^h 50^m$. Long. 332°.
II. 13 avril $8^h 0^m$. Long. 305°. | IV. 3 avril $7^h 30^m$. Long. 28°.

de 10 pouces (0^m,254) de With, de Hereford. Les grossissements employés ont été de 252 à 475 diamètres; mais je n'ai pas trouvé d'avantage à me servir du dernier, qui m'a paru trop fort pour le but que je me proposais. En général, l'oculaire grossissant 252 fois a été largement suffisant, quoique, en certaines circonstances, un grossissement de 350 fois se soit montré avantageux.

La planète était en opposition le 6 mars; mais, pendant les trois premières

semaines de ce mois, nous eûmes à subir de fortes gelées et il ne fut guère possible de commencer les observations avant la fin du mois. Le diamètre de la planète en opposition était seulement de 16″,6; il s'en faut donc de beaucoup que la position de l'astre ait été favorable, tout au moins sous le rapport de ses dimensions apparentes; pendant l'opposition de 1877 le diamètre atteignait 29″,5. Mais ce qui fait l'intérêt des observations actuelles, c'est que l'hémisphère boréal de la planète, qui jusqu'ici n'a pas été étudié aussi complètement que l'hémisphère austral et qui n'offre pas autant de détails bien nettement caractérisés, se présentait très bien pour l'observation, la latitude du centre du disque étant d'environ 22° N. pendant les mois de mars et d'avril.

Les taches observées étaient à la fois nombreuses et variées; il y a évidemment *une quantité de détails* sur la planète; mais il est extrêmement difficile de les relier entre eux par une représentation satisfaisante. Un grand nombre de taches très faibles frappent l'œil assez distinctement pour qu'on puisse affirmer leur existence; mais on ne peut pas les distinguer avec assez de netteté et de précision pour reconnaître leurs contours, ou assigner correctement leurs positions relatives. Il n'y a que les traits les mieux prononcés qui puissent être dessinés d'une manière satisfaisante. Le petit diamètre de Mars pendant ces observations a certainement contribué dans une large mesure à l'incertitude de l'aspect physique du disque. Une autre cause de cette incertitude réside dans la rareté des images télescopiques réellement bonnes. Non seulement il faut que l'atmosphère se trouve dans des conditions particulièrement favorables à la parfaite netteté des images, mais encore une absence complète de vent est indispensable. Les plus légères vibrations empêchent de suivre et d'étudier un système compliqué de taches et de détails. Enfin, comme objet télescopique, la planète Mars est beaucoup moins satisfaisante que Jupiter ou Saturne. Toutes ces circonstances expliquent l'incertitude de certaines observations et les discordances qu'on peut relever dans les dessins des détails visibles à la surface.

J'exposerai ici les résultats généraux de mes études. Du 23 mars au 30 avril la planète a été examinée vingt-deux soirs, et un nombre considérable de dessins a été obtenu. Pendant cette période, il y eut un nombre exceptionnel de belles nuits, et toutes les fois que les images furent suffisantes, les détails observables ont été rigoureusement notés; puis les résultats ont été ensuite comparés les uns aux autres, ainsi qu'avec ceux des travaux analogues effectués antérieurement.

Mes dessins se correspondent très exactement entre eux, et présentent une concordance bien marquée avec les cartes de Green, Schiaparelli, Flammarion, Knobel, etc. Je les ai aussi comparés avec les vues données dans l'ouvrage

de Terby sur Mars, et avec les dessins de Boeddicker obtenus en 1881 et 1884 à l'aide du télescope de trois pieds ($0^{m},915$), de lord Rosse, et publiés dans les *Transactions scientifiques* de la Société Royale de Dublin. Cette comparaison m'a encore fourni, sur beaucoup de points, une nouvelle confirmation de mon travail. Quelques discordances sont plus fortes que celles qu'on s'attendrait à rencontrer comme probables; mais l'expérience nous a appris qu'il serait illusoire d'espérer l'uniformité dans la représentation des détails planétaires.

Pendant les cinq semaines qu'ont duré mes observations, je n'ai trouvé aucune preuve certaine d'un changement quelconque dans aucune des taches; mais la période était trop limitée, et les circonstances dans lesquelles s'est effectué le travail trop défavorables pour que je puisse me prononcer avec certitude sur ce point. Les légères différences que présentent mes dessins sont simplement du même ordre que celles qui seraient causées par des changements dans les conditions atmosphériques locales. Pendant une mauvaise nuit, des marques très faibles, distinguées auparavant, se sont effacées, tandis que pendant les meilleures nuits j'ai vu des détails délicats qu'il était impossible de soupçonner dans des circonstances moins favorables. Je suis convaincu que de pareils changements dans les conditions de la vision exercent une influence considérable sur la configuration apparente de la planète, plus considérable même que les observateurs ne l'admettent généralement. On a quelquefois conclu trop hâtivement à la production de changements réels; de véritables modifications ne peuvent être affirmées avec certitude qu'à la suite d'un examen des plus scrupuleux et sur la foi des preuves les plus indiscutables.

La plupart des mers les mieux définies présentent des bords extérieurs très brillants avec des limites très nettes. Ces bordures brillantes rappellent les aires lumineuses qui souvent, sur Jupiter, confinent aux taches sombres; seulement, sur Mars, elles sont plus étendues, plus permanentes, et aussi de formes plus dissemblables. Je dois citer, comme un cas particulier de ces bords brillants, la région qui longe la rive orientale de la mer du Sablier (Kaiser). Je l'ai vue quelquefois si lumineuse qu'elle rivalisait d'éclat avec la tache blanche du pôle Nord. Elle s'étend sur plusieurs degrés à l'Est du contour obscur de la mer, et se trouve limitée par une tache faible, irrégulièrement condensée qui se prolonge vers le Nord en s'inclinant à l'Est, à partir d'un point de longitude 290°, immédiatement à l'Est de l'extrémité boréale de la mer du Sablier (voy. *fig.* II et III). Cette traînée est fort longue : elle s'étend jusqu'au-dessous de la baie du méridien et de la baie de Burton auxquelles elle se relie par de légers ligaments qui rappellent les *canaux* de Schiaparelli (voy. *fig.* IV). Cette tache spéciale, qui ne figure pas sur la carte de Green,

est peut-être identique avec le réseau d'étroites bandes sombres dessiné dans cette région par Schiaparelli sur sa carte ([1]). On la trouve aussi plus ou moins nettement définie dans quelques autres dessins, notamment dans un dessin de Schmidt qui forme le N° 17 de l'*Aréographie* du Dr Terby.

Quant à la mer du Sablier, elle se montre très faible et très étroite, sinon brisée tout à fait, dans la région qui se trouve à 10° ou 15° au sud de son extrémité boréale (voy. *fig.* II et III). Cette particularité est bien représentée dans les dessins de Bœddicker des 19 novembre, 26 et 27 décembre 1881 (Nos 11, 13 et 14), publiés dans les *Transactions scientifiques* de la Société Royale de Dublin, décembre 1882. Sur d'autres dessins, je n'ai pu retrouver cette circonstance suffisamment indiquée. Il est évident, du reste, qu'on ne peut la bien remarquer que lorsque la région en question se présente auprès du centre apparent du disque, comme cela eut lieu dans la dernière opposition.

Les dessins de Knobel de 1873, (*Monthly Notices*, vol. XXXIII, p. 476) concordent généralement beaucoup mieux avec les miens que ceux que le même auteur a dessinés en 1884 ([2]). Sur la carte de Green, la mer de Knobel est, à son extrémité australe, séparée de la faible bande courbe qui s'allonge à l'Est, comme dans les dessins Nos 6, 7, 8 et 9 — 1873. Cette rupture n'est plus figurée dans les dessins ultérieurs de 1884, de sorte que cette région paraît avoir subi quelque changement d'aspect, à moins que la différence d'inclinaison ne soit la cause du défaut de concordance entre les observations. Il est probable que telle en est effectivement la véritable raison, car l'inclinaison de la planète en avril et mai 1873 était presque exactement la même qu'en mars et avril 1886, et c'est justement dans ces deux périodes que les dessins présentent la plus grande ressemblance dans leurs formes les plus remarquables. Je vois le rivage boréal de la mer Knobel distinctement séparé de la bande obscure longitudinale immédiatement contiguë à la calotte polaire boréale (*fig.* IV). Le dessin N° 12 du 19 mai 1873, par Knobel, représente les principaux traits de cette région tels que je les ai récemment observés. En 1884, cet astronome a dessiné toute la masse d'ombre qui entoure le pôle Nord comme obscurcie sans interruption; mais ces différences d'aspect sont dues, sans aucun doute, aux variations d'inclinaison qui doivent nécessairement introduire de telles discordances dans les formes des taches observées à différentes époques.

([1]) *Voy.* plus loin, p. 329. Comparer les dessins de M. Denning, II, III et IV, à la région H A C G K et baie du méridien O°.

([2]) Quatre de ces dessins, représentant l'ensemble de la planète, ont été publiés par l'*Astronomie*, juin 1886, p. 201. Mais il faut retourner la figure, de sorte que le premier dessin, en haut et à gauche devienne le dernier, en bas et à droite. Tels qu'ils sont imprimés, au lieu d'être désignés par les lettres A, B, C, D, ils doivent l'être par les lettres D, C, B, A.

Pour ce qui est des détails en forme de canaux observés par Schiaparelli, j'ai distingué un grand nombre d'apparences qui suggèrent fortement l'existence d'une semblable configuration ; mais les dessins effectués en Italie pendant les trois mois d'octobre 1881 à février 1882 leur donnent un caractère défini et, sans parler de leur dédoublement, une rectitude de forme et une uniformité générale de ton que mes observations ne confirment pas. Les détails les plus délicats et les plus complexes de la planète se présentent, à mes yeux, dans les meilleures circonstances, comme des *ombres linéaires extrêmement faibles avec des gradations évidentes de ton* et des irrégularités qui produisent çà et là des ruptures ou des condensations. S'ils existaient sous le même aspect, et avec la même sûreté de direction que les a représentés Schiaparelli, ils eussent été facilement aperçus ici, toutes les fois que la définition eût été suffisamment bonne ; car ces objets sont indiqués comme aisément observables dans la lunette de 8 pouces de l'observatoire de Milan, en février 1882, alors que le diamètre de la planète était seulement de 13″. Le dédoublement de ces lignes pouvait aussi se reconnaître dans les mêmes conditions peu favorables. Ce qu'il y a de plus étonnant, ce n'est pas que l'éminent astronome italien ait découvert de si merveilleux détails à la surface de la planète, — car ces détails existent sans aucun doute, c'est bien plutôt qu'il soit parvenu à observer leur configuration si complexe et si difficile à une époque où Mars se trouvait justement placé dans des conditions particulièrement défavorables pour des observations d'une nature aussi délicate.

Les taches qu'on peut observer à la surface de la planète sont si nombreuses et si variées qu'elles sont loin d'être convenablement figurées sur les cartes actuellement existantes. Dans certaines régions, le disque est tellement surchargé de détails qu'il en prend un aspect pointillé. Les taches et les lignes sombres, les espaces brillants sont si complètement entremêlés, et si difficiles à observer avec une netteté suffisante qu'il devient impossible de déterminer leurs véritables formes et leurs positions réelles, et qu'on ne peut réussir à en faire des dessins à peu près satisfaisants. L'observateur doit se borner à tâcher de représenter seulement les traits les plus saillants et, là encore, il reste toujours quelque élément d'incertitude. La rotation de la planète est pourtant si lente, 14°,6 par heure au lieu de 36°,7 comme pour Jupiter, que l'on a tout le temps de dessiner les traits principaux avant qu'ils présentent un déplacement appréciable à l'œil. De plus un dessin de Mars peut être fait à plusieurs reprises, en plusieurs soirées consécutives, pourvu que l'observateur commence chaque soir 37 minutes 24 secondes plus tard que la veille. Pour Jupiter, la difficulté d'obtenir des dessins corrects est beaucoup plus grande quoique l'observation en soit plus aisée. La rotation rapide de la planète déplace les objets en quelques minutes et oblige à achever en très peu

de temps le double travail de l'observation et du dessin. Il n'est pas possible d'établir un dessin d'après les observations de plusieurs nuits consécutives, parce que les détails subissent l'influence de vitesses différentes et se déplacent considérablement les uns par rapport aux autres, même pendant un court intervalle de temps.

Pendant les derniers mois, la calotte polaire boréale de Mars s'est montrée très brillante; elle présentait souvent un contraste frappant avec les régions les moins réfléchissantes de la surface. Il y avait aussi d'autres parties du disque notablement brillantes. Ces régions lumineuses de Mars méritent au moins autant d'attention que les parties obscures, car c'est probablement dans leur aspect que des changements peuvent être observés d'une façon bien nette, si tant est qu'il se produise des modifications réelles à la surface de la planète. Dans la plupart des dessins et des descriptions, on n'a pas attaché suffisamment d'importance à ces taches blanches.

La plupart de nos principaux Traités d'Astronomie attribuent à Mars une atmosphère dense; pendant mes observations, je n'ai rien vu qui soit de nature à confirmer cette théorie. Il me semble beaucoup plus vraisemblable d'admettre que l'atmosphère de cette planète est extrêmement raréfiée. Les principales taches sont invariablement visibles, et les différences observées paraissent plutôt dues à l'influence de notre atmosphère qu'à celle de Mars. Jupiter et Saturne sont sans doute enveloppés de vapeurs épaisses qui cachent aux yeux terrestres la véritable surface du globe. Les taches qu'on y observe sont atmosphériques, quoique, en certains cas, très persistantes; elles subissent constamment des modifications d'aspect et des changements de position dus à des courants longitudinaux. Sur Mars, la nature des choses est tout autre. Ici, les aspects observés sont des configurations géographiques incontestables, et elles ne présentent aucune de ces variations qui sont si remarquables parmi les détails de Jupiter. Il est probable que la plupart, sinon la totalité, des changements qu'on a cru observer dans l'aspect des taches de Mars sont dus tout simplement à la diversité des conditions dans lesquelles la planète a été nécessairement étudiée. Si les circonstances des observations se retrouvaient toujours les mêmes, il y aurait une bien plus grande uniformité dans les résultats obtenus par les différents observateurs de ce monde si intéressant. Il me semble que le caractère si nettement accusé des taches et leur grande permanence sont tout à fait opposés à l'idée que la planète puisse être entourée d'une atmosphère épaisse et chargée de nuages.

W.-F. Denning.
Observatoire de Bristol.

OBSERVATION DES CANAUX DE MARS

FAITE A L'OBSERVATOIRE DE NICE (¹).

Pendant la dernière opposition de la planète Mars, nous avons, M. Thollon et moi, consacré plusieurs soirées à l'étude des configurations de la planète, à l'aide de l'équatorial Gautier, de $0^m,38$ d'ouverture.

Commencées seulement à la fin du mois de mars, à cause du mauvais temps, les observations ont été poursuivies jusqu'au milieu de juin, toutes les fois que les circonstances l'ont permis. Elles avaient principalement pour but la reconnaissance des canaux simples ou doubles découverts par M. Schiaparelli et qui n'avaient guère été observés jusqu'ici que par lui seul.

La planète était dans des conditions relativement défavorables, en raison de son faible diamètre apparent dont la valeur, au moment de l'opposition, le 6 mars, était de 14″, à peine, tandis qu'il atteignait près de 25″ lors des observations de 1877 du savant astronome italien.

Nos premières tentatives pour apercevoir les canaux ne furent pas encourageantes et, après plusieurs jours de recherches infructueuses, qui s'expliquent en partie par la mauvaise qualité des images, en partie aussi par la difficulté propre à ce genre d'investigations, après avoir abandonné une première fois, puis repris cette étude, nous allions y renoncer définitivement, lorsque, le 15 avril, je parvins à distinguer l'un des canaux situé à l'ouest de la mer du Sablier (Kaiser), *grande Syrte* de Schiaparelli, et mettant en communication cette mer avec le détroit d'Herschel (*sinus Sabœus*).

M. Thollon le vit également aussitôt après.

A partir de ce jour, par de bonnes conditions, nous avons pu reconnaître successivement un certain nombre de canaux présentant, à quelques détails près, les caractères que leur attribue le directeur de l'Observatoire de Milan.

Ces canaux, tels que les a décrits M. Schiaparelli et tels que nous les avons vus, en partie, constituent, dans la région équatoriale de la planète, un réseau de lignes qui paraissent tracées suivant des arcs de grand cercle. Ils traversent dans toutes les directions la zone des continents et font communiquer entre elles les mers des deux hémisphères ou simplement les canaux entre eux. Ils se coupent sous tous les angles et se projettent sur le fond brillant du disque suivant des lignes de couleur grisâtre de nuance plus ou moins foncée. Comparées à l'épaisseur des fils d'araignée du micromètre, les plus fines de ces lignes ont paru avoir une largeur qui correspond, à la surface de la planète, à un arc de 2° à 3°. Certaines de celles que nous avons

(¹) *Bulletin astronomique.*

vues mesurent de 50° à 60° de longueur. Plusieurs de ces canaux sont doubles et composés de lignes rigoureusement parallèles, placées, d'après les estimations de Schiaparelli, à des distances qui peuvent varier entre 6° et 12°.

Voici, d'ailleurs, d'après le cahier-minute, indiqués sur la Carte de M. Schiaparelli, les canaux que nous avons observés dans trois régions différentes de la surface de Mars. On a mis entre parenthèses les dénominations adoptées par l'astronome italien ([1]). Les grossissements employés étaient de 450 ou de 560 fois. Les observations sont faites généralement de 8h à 10h.

Première région, comprise entre 290° et 350° de longitude aréocentrique.

Le 15 avril, nous voyons distinctement le canal AB (*Phison*) et, par moments, nous croyons soupçonner une ligne plus fine CD, parallèle à la première. Nous apercevons également FEA (*Astaboras*) et HG et DK (*Euphrates*), ces deux derniers parallèles et non divergents comme dans le dessin.

Les 19 et 21 mai, quand cette région repasse au centre du disque à une heure convenable, nous voyons les mêmes objets et, en plus, le canal FG qui coupe le canal Phison à angle droit. FG ne semble pas prendre naissance en F, comme le montre la carte, mais en un point plus voisin de l'équateur, presque à la hauteur du lac Mœris, α.

Deuxième région, comprise entre 180° et 260° de longitude.

Les 23, 24 et 25 avril, nous distinguons LM (*Stygia palus*), LN, LO et OP (*Cyclopum*), comme canaux simples. Par moments, nous croyons dédoubler LO; mais c'est une impression fugitive.

Nous revoyons les mêmes canaux les 25, 26, 31 mai et le 1er juin; les deux premiers jours nous voyons, en outre, RQ (*Æthiopum*) et R'Q' qui, contrairement au dessin, est une ligne droite continue parallèle à RQ.

Le 26, je réussis à voir comme un tronçon du canal double QO (*Eunostos*), qui se détache de l'extrémité Nord du canal simple QR.

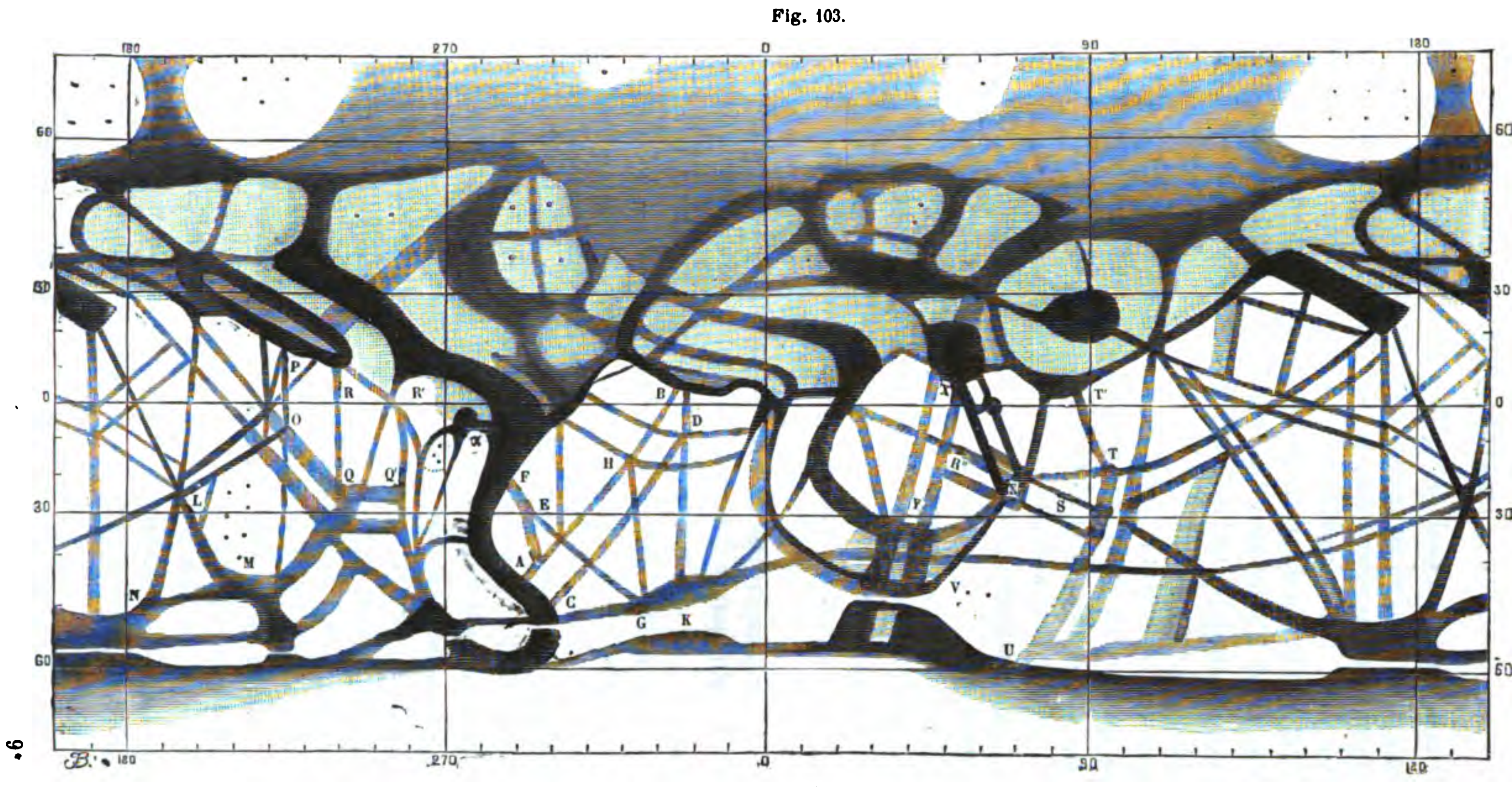
Le 1er juin, M. Gautier voit LO, en même temps que nous.

Depuis nos premières observations, le canal LN a subi un changement considérable : on ne le distingue plus que sur une faible étendue et du côté de N seulement. Marqué sur la Carte de M. Schiaparelli de 1882, ce canal n'existe pas sur celle de 1879. Nos observations ne font donc que confirmer des changements déjà constatés, mais elles montrent encore que ces changements peuvent se produire dans une courte période de temps.

Troisième région, comprise entre 30° et 100° de longitude.

([1]) Voy. *L'Astronomie*, première année, 1882, p. 172. — Nous reproduisons ici la carte de M. Schiaparelli, publiée dans la *Revue*, 1882, p. 219, avec les lettres que M. Perrotin a ajoutées sur cette carte pour indiquer les identifications qu'il est parvenu à faire.

Fig. 103.



Carte géographique de la planète Mars, par M. Schiaparelli.

(Aux points ⁘ on a vu des taches blanches comme de la neige.)

Le 11 mai, les canaux doubles R'S (*Nilus II*) et TU (*Iridis*) [1] apparaissent avec netteté. M. Trépied, de passage à l'Observatoire, les voit sans trop de difficulté, et, bien que ne connaissant pas la Carte, il est le premier à remarquer les deux lignes parallèles, estompées, qui constituent le canal double TU. M. Thollon soupçonne seulement le dédoublement.

Dans le canal R'S, les deux lignes qui composent la portion R'Z nous paraissent plus fines que ne l'indique le dessin ; les deux lignes de la portion ZS semblent, au contraire, plus ombrées.

Nous voyons également la ligne VZ.

Le 16, je vois, en plus, avec certitude, le canal double rectiligne XY (*Jamuna*). Par contre, ni le 11 ni le 16, nous n'apercevons le canal XZ (*Ganges*), indiqué comme double sur la Carte.

Le 12 juin, nous distinguons très bien le canal TT' (*Fortunæ*) qui pourrait bien être double.

Durant ces observations, le Nil nous apparaît avec beaucoup de netteté dans toute son étendue et bien plus marqué que sur la carte.

Les canaux que nous venons d'énumérer, vus pour la plupart deux fois ou par plusieurs observateurs, sont dans la position où les a dessinés M. Schiaparelli en 1882. Leur aspect diffère peu en général de ce qu'il est sur la Carte ; seulement, quelques-uns portés comme doubles sont simples, ce qui peut tenir à la plus grande distance de Mars dans cette opposition. Ils semblent donc constituer dans la région équatoriale de la planète un état de choses qui, s'il n'est pas absolument permanent, ne se modifie pas non plus d'une manière essentielle.

Changements observés sur Mars. — Pendant nos études sur les canaux, il s'est produit un changement notable, mais passager, dans la région occupée par la mer du Sablier, *grande Syrte*, et digne d'être signalé. Lors de nos premières observations, cette partie de la surface était sombre, comme le sont les mers, et sensiblement conforme à la Carte ; mais, lorsque nous la revîmes, le 21 mai, l'aspect en était tout différent. Ce jour-là, la portion de la grande Syrte qui s'étend entre le 10e degré et le 55e degré de latitude boréale était cachée par un voile lumineux, de la couleur des continents, mais d'une lumière moins vive et plus douce. On aurait dit des nuages ou des brouillards disposés par bandes régulières et parallèles, orientés, sur la planète, du Nord-Ouest au Sud-Est. Par moments, ces nuages devenaient transparents et laissaient entrevoir les contours du prolongement de la grande Syrte. Le 22 mai, ils étaient plus uniformément distribués que la veille ; on les voyait encore les 23, 24 et 25, mais ils avaient beaucoup diminué d'intensité. Ils

[1] Dès le 2 avril, M. Schiaparelli me signalait par dépêche, la visibilité de ces canaux doubles, mais le mauvais temps nous empêcha de les observer dès ce moment.

s'étendaient probablement assez loin, sur les continents, à l'est et à l'ouest de la mer, car d'un jour à l'autre, quelquefois dans le courant d'une même soirée, les parties voisines sombres, entre autres le lac Mœris à l'Est, le Nil à l'Ouest, étaient tantôt visibles, tantôt invisibles.

Le 25 mai, nous vîmes reparaître l'isthme dessiné sur le prolongement de la grande Syrte, au delà de sa jonction avec le Nil, vers 300° de longitude et 52° de latitude boréale et qui était resté caché jusqu'à ce jour. A cette même date, nous constations un assombrissement très accentué des continents dans le voisinage immédiat de la mer.

Durant ces apparences singulières, la partie australe de la grande Syrte, qui n'avait pas été atteinte par les nuages, était devenue plus sombre et présentait une teinte bleu verdâtre bien caractérisée.

Des phénomènes de ce genre sont-ils réellement produits par des nuages ou des brouillards circulant dans l'atmosphère de Mars? C'est probable. Ils sont, dans tous les cas, le fait d'un élément appartenant à l'atmosphère ou à la surface de la planète, susceptible de se mouvoir et de se modifier dans un temps relativement court.

Pendant que nous observions ce qui précède, nous avons noté autour de la tache blanche du pôle boréal, à une faible distance de la tache, entre 200° et 280° de longitude, deux ou trois points brillants, semblables à ceux qui furent remarqués par M. Green, en 1877, à Madère, autour de la tache australe, à l'époque du solstice d'hiver de la planète. Notre observation, faite cinquante jours en moyenne après le solstice d'été, rapprochée de celle de l'astronome anglais, semble indiquer que la diminution qui a lieu dans chaque tache polaire, au moment du solstice correspondant, après le solstice surtout, sous l'action prolongée des rayons solaires, n'est pas étrangère à cette apparition.

Tel est l'ensemble des faits qu'il nous a été donné d'observer. De quelque nature qu'ils soient, cette étude, bien qu'incomplète, nous permet de considérer nos observations comme la confirmation des belles découvertes de M. Schiaparelli sur la singulière constitution physique de Mars.

PERROTIN,
Directeur de l'Observatoire de Nice.

L'ORIGINE DES ÉTOILES FILANTES.

La belle théorie de Le Verrier et de Schiaparelli, qui attribue l'origine des étoiles filantes à la désagrégation des comètes, est aujourd'hui universellement acceptée. La comète de Biéla s'est pour ainsi dire laissé surprendre sur le fait; nous l'avons vue se dédoubler et se transformer peu à peu en cette sorte de pous-

sière cosmique dont le passage au travers de notre atmosphère a donné naissance, dans les nuits des 27 novembre 1872 et 1885, à cette belle illumination si remarquée partout où le ciel n'a pas été couvert de nuages. On trouvera peut-être quelque intérêt à suivre les idées et les déductions qui ont fini par conduire les astronomes à attribuer une origine commune aux comètes et aux étoiles filantes; c'est donc l'histoire de cette découverte que nous nous proposons de résumer rapidement.

Parmi tous les courants de météorites que la Terre, dans sa course annuelle autour du Soleil, vient croiser à des dates fixes, les deux plus connus et les plus remarquables sont ceux qui rencontrent la Terre le 10 août et le 14 novembre. Les étoiles filantes appartenant à un même courant viennent traverser notre atmosphère avec une très grande vitesse, en décrivant des lignes parallèles. Mais, par l'effet naturel de la perspective, ces lignes droites parallèles se projettent sur la sphère céleste suivant des arcs de grand cercle passant tous par un même point de la sphère, celui où viendrait aboutir un rayon visuel mené de l'œil de l'observateur parallèlement à leur direction commune. Toutes les étoiles filantes d'un même groupe semblent donc émaner de ce point du ciel qu'on a nommé le *point radiant*, et qui caractérise la direction commune de l'essaim météorique au moment où il traverse notre atmosphère. Le point radiant des étoiles filantes du 10 août se trouve dans la constellation de Persée; c'est pourquoi ces étoiles ont été appelées *Perséides*. Celles de novembre ont leur point radiant dans la constellation du Lion, et se nomment pour cette raison les *Léonides*.

C'est par l'observation attentive des Léonides que l'on a commencé à acquérir quelques notions exactes sur la nature et l'origine des étoiles filantes; ce sont les premières dont on ait pu déterminer l'orbite, et les premières dont on ait pu rattacher l'existence à celle d'une comète. Le 14 novembre 1866, la pluie d'étoiles se montra tout à fait extraordinaire; le nombre et l'éclat des météores dépassait de beaucoup tout ce qui avait été observé les années précédentes. Cependant, en discutant les observations anciennes, on trouva beaucoup de relations d'une semblable illumination du ciel, et, chose remarquable, les grandes pluies d'étoiles filantes parurent se manifester avec cet éclat extraordinaire, à des intervalles réguliers de trente-trois ans, et toujours au mois de novembre. C'est en partant de ces simples données que M. Adams, l'astronome anglais bien connu, se proposa de déterminer l'orbite que suivent dans l'espace les corps qui viennent traverser notre atmosphère le 14 novembre et que l'on retrouve en si grande quantité tous les trente-trois ans.

L'analyse mathématique de M. Adams ne lui permit pas de calculer d'une manière absolue les dimensions de cette orbite; elle le conduisit cependant à un résultat bien digne d'intérêt, c'est que les circonstances observées ne pouvaient être expliquées qu'en admettant que les météores suivaient l'une ou l'autre de cinq orbites possibles. Ces cinq orbites sont : 1° une immense ellipse que nous savons aujourd'hui être l'orbite véritable, et sur laquelle les météores effectuent leur révolution en trente-trois ans; 2° une orbite presque circulaire un peu plus

grande que celle de la Terre, et que les météores devraient parcourir en une année et quelques jours; 3° une orbite analogue, mais un peu plus petite que celle de la Terre, et que les météores parcourraient en un peu moins d'un an; 4° et 5° deux autres petites ellipses presque entièrement comprises à l'intérieur de l'écliptique. M. Newton reprit un peu plus tard le travail de M. Adams et prouva clairement que ces cinq hypothèses sont les *seules* qui permettent de rendre

Fig. 104.

Comment les étoiles filantes du 14 novembre ont été incorporées dans notre système par l'action d'Uranus.

compte des phénomènes observés. Restait à distinguer laquelle de ces cinq orbites était la véritable. M. Newton parvint à trouver une méthode qui permettrait de résoudre le problème; mais le *criterium* qu'il proposa paraissait très difficile et impliquait l'accomplissement de calculs extrêmement compliqués. Heureusement M. Adams entreprit cette enquête et, par ses patientes recherches, arriva à déterminer complètement l'orbite des Léonides. Voici à peu près la marche qu'il lui fallut suivre :

En discutant les anciennes relations de grandes pluies de Léonides, on reconnut que la date de leur apparition subissait une variation régulière et continue. Il s'ensuit que le point où l'orbite de ces météores vient couper l'orbite terrestre n'est pas fixe, mais qu'à chacun de leurs retours successifs, les météores viennent passer en un point situé un demi-degré environ plus loin dans la direction même du mouvement de la Terre. De là résulte que l'orbite des météores se modifie peu à peu; le chemin qu'ils suivent dans l'une de leurs révolutions n'est pas tout à fait le même que celui qu'ils parcourent dans la révolution suivante. Comme, cependant, ces changements se produisent toujours dans le même sens, ils finissent par acquérir, avec le temps, une valeur assez considérable. On peut se rendre compte de l'importance de ces modifications à la suite des siècles, en examinant les deux ellipses de la *fig.* 104. L'ellipse pleine représente l'orbite des météores en l'an 126 après J.-C.; la ligne ponctuée figure l'orbite actuelle.

Ce changement bien défini est dû à l'effet de ce que les astronomes appellent les *perturbations planétaires*. Il est certain que le mouvement elliptique de ces météores est produit par l'attraction du Soleil, et que s'ils ne subissaient pas d'autre action, leur orbite elliptique devrait rester absolument invariable. Il faut donc voir, dans les modifications continuelles de cette ellipse, l'influence de l'attraction des planètes. On reconnaît facilement que si les météores se déplacent le long de la plus grande des cinq orbites possibles, les perturbations les plus importantes sont dues à l'attraction des planètes Jupiter, Saturne, Uranus et la Terre, tandis que s'ils suivaient l'une des quatre petites orbites, les planètes qui seraient assez proches et auraient assez de masse pour agir d'une manière sensible sur la forme de leur trajectoire seraient la Terre, Vénus et Jupiter. On voit alors comment la question peut être soumise au calcul. Il est difficile, mais il n'est pas impossible de calculer ce que l'attraction des planètes est capable de produire dans chacune des cinq hypothèses différentes relatives à l'orbite des météores. C'est ce qu'a fait M. Adams. Il a trouvé que si les astéroïdes suivent la grande orbite, l'attraction de Jupiter produit les deux tiers du changement observé, tandis que le reste serait dû à l'influence de Saturne augmentée d'une petite perturbation produite par Uranus. Ainsi, le calcul montrait que la grande ellipse était une orbite possible. M. Adams calcula aussi la valeur des modifications qu'aurait pu subir l'une des quatre petites ellipses. Cette investigation était d'une nature très ardue et exigeait des calculs extrêmement laborieux; mais le résultat devait lui apporter la récompense de toutes ses peines. Il montra que, dans aucun des quatre cas, le déplacement produit par les perturbations ne pourrait s'élever seulement à la cinquième partie de celui qui avait été réellement observé. Ainsi, les quatre petites ellipses constituaient des orbites impossibles; la détermination de la forme et de la grandeur de la trajectoire véritable des météores était aussi complète qu'on pouvait le désirer.

Le mouvement de ces corps est réglé par les lois de Képler. Dans la portion de leur orbite la plus éloignée du Soleil, la vitesse des météores est à son minimum, dépassant à peine 1^{km} par seconde; mais, à mesure qu'ils s'avancent le long de

leur trajectoire, cette vitesse s'accroît progressivement, et, quand ils viennent traverser l'orbite de la Terre, la rapidité de leur mouvement s'élève à 42^{km} par seconde. La Terre se meut dans une direction presque opposée, avec une vitesse de 29^{km} par seconde, de sorte que, lorsqu'un de ces météores vient à pénétrer dans l'atmosphère terrestre, il la traverse avec la prodigieuse vitesse de 70^{km} par seconde; s'il échappe à l'influence destructive du frottement, il continue son immense voyage avec une vitesse progressivement décroissante, et quand il a terminé sa révolution il s'est écoulé une période de trente-trois ans et un quart.

Les innombrables météores qui constituent l'amas des Léonides sont disposés suivant une énorme traînée d'une largeur très petite en comparaison de sa longueur. Si l'on représente l'orbite par une ellipse de 2^{m} de longueur, le courant météorique sera représenté par un fil de la soie la plus fine, d'environ $0^{m},4$ de longueur, recourbé le long de l'orbite. Les dimensions de ce courant peuvent être estimées d'après cette considération que sa largeur, malgré sa petitesse relative, ne saurait être inférieure à $60\,000^{km}$. Quant à sa longueur, on en peut juger par le fait que, tout en se déplaçant avec une vitesse énorme de 42^{km} par seconde, il met cependant plus de deux ans à passer au point où il vient traverser l'orbite de la Terre. Dans la nuit mémorable du 13 au 14 novembre 1866, la Terre plongea dans ce courant non loin de son commencement, et n'en sortit que cinq heures plus tard; pendant ce temps, l'hémisphère terrestre qui était en avant se trouvait être celui qui renferme les continents de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique, et, conséquemment, ce fut dans l'Ancien Monde que la grande pluie d'étoiles filantes devint visible. Un an plus tard, quand la Terre revint au même endroit, le courant n'avait pas fini de passer, et la Terre replongea dedans; cette fois, ce fut le continent américain qui était en avant, et, par suite, ce fut en Amérique qu'on observa la pluie de 1867. L'année suivante même, le grand courant n'était pas encore entièrement passé, et quelques retardataires disséminés le long de la route sont encore rencontrés à chaque passage annuel de la Terre au travers de l'orbite des météores.

Une partie de la *fig.* 104 est destinée à éclaircir une idée très remarquable qui fut émise pour la première fois par Le Verrier pour expliquer l'introduction de ce courant météorique dans le système solaire. La trajectoire des météores ne coupe pas les orbites de Mars, Jupiter et Saturne, mais elle coupe celle d'Uranus. Il doit donc arriver quelquefois qu'Uranus passe au point d'intersection en même temps que le courant météorique. Le Verrier a démontré que cet événement a dû se produire en l'an 126 de notre ère, et ne s'est pas renouvelé depuis. Il semble alors que nous puissions reconstituer l'histoire très étonnante de ces corpuscules célestes.

Toutes les circonstances qui ont été remarquées se trouveront expliquées, si l'on suppose qu'avant l'an 126 les météores se mouvaient bien loin du système solaire, mais qu'en cette année ils vinrent à traverser l'orbite d'Uranus, en voyageant le long de la trajectoire représentée sur la *fig.* 104. Si la planète ne s'était

pas trouvée dans le voisinage, ils auraient continué leur chemin le long de la ligne figurée en trait ponctué, et, après avoir passé près du Soleil, ils se seraient éloignés de nouveau dans les profondeurs de l'espace à des distances défiant toute mesure comme celle des régions d'où ils étaient primitivement venus. Mais leur passage auprès de la planète a complètement changé leur destinée. Malgré la masse d'Uranus, la route des météores ne se serait cependant pas sensiblement modifiée, si la distance à laquelle ils se sont approchés de la planète ne s'était trouvée réduite à une valeur que sa petitesse ne permet pas de représenter exactement sur notre dessin. Il semble qu'ils ont presque rasé la surface d'Uranus et, grâce à cette proximité, l'attraction de la planète a pu les rejeter tout à fait en dehors de leur route primitive ; c'est ce qui eut lieu vraisemblablement. Bientôt, planète et météores, continuant leur chemin, se sont éloignés assez pour que cette influence attractive ne puisse plus produire d'effet sensible; mais la trajectoire des corpuscules célestes avait été légèrement déviée en arrière du mouvement et à l'intérieur de la courbe; c'est par suite de cette déviation qu'ils se mirent à circuler autour du Soleil suivant une orbite fermée déterminée par la position où ils avaient été transportés, ainsi que par la direction et la vitesse considérablement diminuée de leur nouveau mouvement.

Il est probable qu'ils ont passé près d'Uranus alors qu'ils formaient encore un amas compact et de petites dimensions; mais les corpuscules de ce groupe qui se trouvèrent les plus rapprochés de la planète lorsque le groupe tout entier vint à passer auprès d'elle furent nécessairement attirés avec plus de force que les autres; de même, les plus éloignés furent moins attirés. Il a dû en résulter inévitablement qu'une fois le groupe abandonné à lui-même, il ne put rester aussi compact qu'auparavant, puisque les éléments qui le composaient n'étaient plus animés du même mouvement commun et se trouvaient avoir acquis des vitesses différant, sans doute, très peu, mais variant néanmoins de l'un à l'autre. Dans ces conditions, ils durent circuler autour du Soleil le long d'orbites quelque peu différentes; par la suite des temps, ceux qui décrivaient les orbites intérieures, se mouvant un peu plus vite, prirent l'avance, et, peu à peu, ils se disposèrent tous en une longue traînée, dans l'état où nous les trouvons aujourd'hui après dix-sept siècles.

Il est certain que ce n'est que depuis une époque déterminée que les météores parcourent l'orbite fermée qu'ils suivent actuellement; mais que cette époque soit bien réellement février ou mars de l'an 126, ce n'est là qu'une probabilité. C'est une supposition qui semble pourtant *extrêmement* probable, parce qu'elle explique tous les phénomènes actuellement connus; mais les astronomes ne sont pas encore en mesure d'affirmer que c'est bien là l'expression de la réalité, parce qu'il manque un anneau à la chaîne des faits capables de fournir une preuve directe. Nous serions actuellement en possession de cet anneau si nos ancêtres nous avaient laissé des observations suffisamment complètes, et nos descendants le retrouveront quand ils pourront comparer leurs observations avec celles que l'on effectue aujourd'hui avec tant de précision, et dont on con-

serve les résultats avec tant de soin. Ils sauront alors si la rapidité avec laquelle s'allonge la traînée des météores est bien celle qui doit résulter de la suite des influences que nous venons d'indiquer, quand on admet que le phénomène a commencé en l'an 126. S'il en est ainsi, la vérité de l'hypothèse de Le Verrier sera complètement mise hors de doute. La détermination de la véritable orbite des Léonides a conduit M. Schiaparelli à une découverte d'un caractère tout à fait inattendu, qui devait révéler d'une manière très frappante l'existence d'un mystérieux rapport entre les étoiles filantes et les comètes périodiques.

L'année 1866, on vit paraître une comète. Cette comète fut observée avec soin et, d'après les observations, on calcula l'orbite qu'elle suivait dans l'espace. Quel ne fut pas l'étonnement des astronomes quand on s'aperçut alors que la route où se mouvait la comète était précisément celle que suivaient les Léonides! Pour bien faire comprendre l'importance de ce rapprochement, il est utile d'examiner séparément toutes les coïncidences variées qu'il implique nécessairement. Considérons, par exemple, le plan dans lequel se meut la comète. Ce plan peut avoir une infinité de positions qui ne sont soumises qu'à la seule condition de passer par le centre du Soleil. De même, l'orbite des météores peut se trouver dans l'un quelconque des plans qu'on peut mener, en nombre infini, par le centre du Soleil. Le fait que ces deux plans se trouvent coïncider d'une manière absolue serait une circonstance infiniment peu probable, si elle n'était due qu'à un pur hasard. Mais la coïncidence ne s'arrête pas là. Non seulement les deux plans coïncident. mais les directions des grands axes des orbites dans ce plan sont aussi les mêmes circonstance qui serait encore infiniment peu probable, si elle n'était qu'un effet du hasard. Ce n'est pas tout, puisqu'on a reconnu aussi que la plus courte distance de l'orbite au Soleil est encore la même dans les deux cas. Une pareille accumulation de coïncidences prouve jusqu'à l'évidence qu'il existe quelque lien physique étroit entre les comètes et les traînées des météores. On peut expliquer tous les faits observés en admettant que la comète est précédée ou suivie dans son trajet d'un courant météorique; en réalité, cette hypothèse implique une relation très intime entre la comète et les météores, quoiqu'il ne soit pas possible actuellement d'établir la véritable nature de cette relation.

L'association remarquable entre les comètes et les météores a été reconnue dans quelques autres courants météoriques, en dehors de celui des Léonides. Nous pouvons citer, par exemple, une des traînées dont l'apparition annuelle se manifeste avec le plus grand caractère de constance, les Perséïdes qui produisent la pluie d'étoiles filantes du 9 au 10 août de chaque année. Leur orbite a été déterminée avec soin, et l'on a trouvé que cette orbite était aussi celle d'une comète. On en pourrait encore citer plusieurs autres bien connues dés astronomes, mais la plus éclatante confirmation de cette belle théorie est assurément fournie par la comète de Biela et les météorites qui lui sont associées, dont l'histoire a été exposée en détail dans l'*Astronomie* (janvier 1886).

ROBERT BALL,
Astronome royal d'Irlande.

PHÉNOMÈNES ATMOSPHÉRIQUES

OBSERVÉS PENDANT LA DERNIÈRE ÉRUPTION DE L'ETNA.

Après la belle description, publiée dans l'*Astronomie* par M. Cafiero, de l'éruption de l'Etna, vue de près, je crois utile de vous adresser une révélation des phénomènes simultanés observés loin de l'Etna, c'est-à-dire à Palerme, d'autant plus qu'on pourra en tirer des comparaisons très instructives avec les phénomènes semblables qui ont accompagné et suivi les éruptions de Krakatoa et de Ferdinandea.

L'Etna est éloigné de 153^{km} de Palerme; mais la pureté de l'air de ce pays est telle que de l'Observatoire on voit presque toujours le sommet du volcan au-dessus de la chaîne des *Madonde*.

Après la nouvelle de l'éruption, j'ai surveillé le jour et la nuit ce point de l'horizon, et voici ce que j'ai observé :

A l'aube du 19 mai, j'ai vu la fumée de l'éruption excentrique formant une masse de vapeurs noires avec les bords bien définis, s'élevant du flanc méridional, c'est-à-dire au-dessus du lieu de l'éruption; à 11^h du matin du même jour j'en ai mesuré la hauteur au théodolite et j'ai eu 2° 25', ce qui donne une hauteur d'environ 8^{km}. Le 24 mai, la fumée avait la forme caractéristique du *pin*, ou grand panache très élargi au sommet, bien plus haut qu'auparavant; mais à 4^h du soir, lorsque j'avais préparé le théodolite pour le mesurer, le bord supérieur en était très diffus et invisible dans la lunette; en visant en dehors de celle-ci, j'ai trouvé 4° 15', *ce qui correspond à une hauteur linéaire de quatorze mille mètres environ.*

Depuis le 22 mai, l'horizon de Palerme a été occupé par du brouillard, et au matin du 3 juin cette brume était si épaisse qu'elle masquait complètement le Soleil; et les tours de la cathédrale, distante à peine de 200^m de l'Observatoire, se voyaient difficilement, ce qui à Palerme est tout à fait extraordinaire.

Du 24 mai au 3 juin, l'Italie a été envahie du Sud au Nord par des brouillards, qui très probablement se rattachent aux précédents, causés par l'Etna.

On a eu pluie de cendres, non seulement sur toute la région etnée, mais encore sur la Sicile méridionale et Reggio de Calabre. Les cendres de l'Etna sont même arrivées à Palerme. En effet, la poussière que j'ai ramassée sur les terrasses de l'Observatoire, observée au microscope par M. le professeur Gemmellaro et moi, a donné des petits cristaux laminaires, souvent hexagonaux et géminés, *appartenant au labradorite, qui est un composant minéralogique caractéristique des éruptions de l'Etna.*

Le Soleil se levant derrière lesdites brumes avait une couleur *rouge pourpre*, ou de sang, très prononcée; ensuite, en s'élevant, il prenait une coloration rouge jaunâtre très sensible, jusqu'à 30°; à cette hauteur, il avait une teinte *gris neutre.* Dans aucun cas, je n'ai vu le Soleil vert ou bleu. On m'a rapporté que ni à Messine ni à Catane, et pas même à Nicolosi, on n'a vu cette dernière couleur

du Soleil, qui au contraire a été observée après les éruptions de Krakatoa et de Ferdinandea.

L'intensité lumineuse du Soleil rouge était si faible qu'on pouvait le regarder sans verre enfumé, même à plusieurs degrés de hauteur.

Durant la troisième décade de mai et le mois de juin, on a eu à Palerme des crépuscules rouges presque tous les jours, et la moyenne de leur intensité a été très sensiblement plus grande qu'aux trois mois précédents et en juillet (je continue toujours depuis décembre 1883 les observations des crépuscules). Mais ces crépuscules ont été de beaucoup moins brillants et d'une durée moindre qu'en 1883-1884, après l'éruption de Krakatoa, et en 1831, après l'éruption de Ferdinandea. Et encore leur coloration n'était pas vraiment rose, mais plutôt d'un jaunâtre impur.

Il me paraît probable que l'infériorité de ces crépuscules, en comparaison de ceux de 1831 et 1883-1884, dépend de ce que l'Etna a éructé une quantité moindre de vapeurs que Ferdinandea et Krakatoa, lesquels, étant des volcans marins, avaient une communication plus intime avec les eaux de la mer. Cette moindre quantité de vapeurs expliquerait aussi l'absence du phénomène du Soleil vert ou bleu, après l'éruption de l'Etna.

La couleur rougeâtre du Soleil a été produite par les cendres volcaniques suspendues dans l'air, de la même manière que les poussières de l'hoherrauch, du sirocco, du Kamsin produisent une pareille coloration du Soleil. Récemment M. Janssen, dans ses très importantes expériences sur les spectres d'absorption des gaz, a observé que la lumière qui traversait la poussière soulevée dans des tuyaux très longs, par la compression, avait une couleur rouge sang.

Donc, les particules suspendues dans l'air agissent en interceptant les rayons plus réfrangibles ainsi qu'il arrive d'ailleurs, pour les particules qui rendent troubles les eaux.

En 1831, l'éruption de l'île Ferdinandea causa de grands crépuscules rouges et le Soleil vert ou bleu, et cependant il n'y eut pas de pluie de cendres, parce que celles-ci étaient empâtées par l'eau de la mer qui se précipitait dans le cratère après chaque éjection.

Conclusion : Les crépuscules roses et le Soleil vert ou bleu ne sont pas produits par les cendres, mais *par les vapeurs dues aux intenses éruptions volcaniques* [1].

RICCÒ.

Observatoire de Palerme.

[1] « Ces volcans (Krakatoa) — chaudières de l'enfer, comme on les nomme, — ont projeté verticalement vers le ciel, et avec une violence inouïe, des kilomètres cubes de vapeur d'eau chauffée à une haute température. » (FLAMMARION, *L'Astronomie*, 1er janvier 1884, p. 26). — « La hauteur atteinte par cette projection volcanique a dû être considérable, et il n'y a même rien d'invraisemblable à admettre que, dans la chaleur infernale de cet immense laboratoire, l'eau ait été décomposée et l'hydrogène lancé à de formidables hauteurs dans les régions les plus élevées de l'atmosphère. » (*Idem.*, février, p. 65.)

POURQUOI

LE SOLEIL ET LA LUNE PARAISSENT PLUS GRANDS

A L'HORIZON QU'AU MÉRIDIEN.

Wallis (¹) fut le premier qui crut que la longue interposition des terres, et même des nuages, fait paraître le Soleil et la Lune plus grands à l'horizon qu'au méridien. Malebranche fortifia cette opinion de toutes les preuves que lui fournit la sagacité de son génie. Régis eut avec lui une dispute célèbre sur ce phénomène: il l'attribuait aux réfractions qui se font dans les vapeurs de la Terre, et il se trompait, car les réfractions font précisément l'effet contraire à celui que Régis leur attribuait; mais le Père Malebranche ne se trompait pas moins en soutenant que l'imagination, frappée de la longue étendue des terres et des nuages à notre horizon, se représente le même astre plus grand au bout de ces terres et de ces nuées que lorsque, étant parvenu à son plus haut point, il est vu sans aucune interposition.

J'avais déjà le malheur de faire un système, lorsque la solution mathématique de ce problème, par M. Smith (²), me tomba entre les mains et m'épargna les erreurs d'une hypothèse. Voici cette explication, qui mérite d'être étudiée.

Il faut d'abord établir que, suivant les règles de l'Optique, le ciel nous doit paraître une voûte surbaissée. En voici une preuve familière.

Notre vue s'étend distinctement jusqu'au point où les objets font dans notre œil un angle de la huit-millième partie d'un pouce au moins, selon les observations de Hooke. Un homme OP (*fig.* 105), haut de 5 pieds, regarde l'objet AB, également haut

Fig. 105.

Distance de la vue distincte.

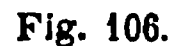
de 5 pieds, et distant de 25000 pieds; il le voit sous l'angle AOB; mais cet angle AOB n'étant pas dans l'œil de la huit-millième partie d'un pouce, il ne le distingue pas; mais, s'il regarde l'objet C, l'angle est encore plus petit; il le voit comme si cet objet était en AD; ainsi tout ce qui est derrière devient encore moins distinct: les maisons, les nuages qui seront derrière C doivent paraître raser l'horizon vers G; tous les nuages s'abaissent donc pour nous à l'horizon à la distance de 25000 pieds, c'est-à-dire à environ une lieue de 3000 pas et deux tiers, et ils s'abaissent par degrés; par conséquent, tous les nuages qui s'élèvent en G (*fig.* 106), à environ trois quarts de lieue de hauteur, doivent nous paraître raser notre horizon; ainsi, au lieu de voir les nuages G aussi hauts que le nuage N, nous voyons les nuages G toucher la terre, et le nuage N élevé environ à trois

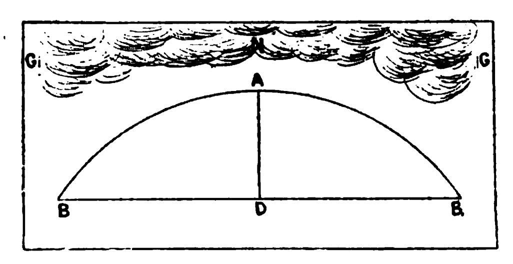
(¹) 1616-1703. *Arithmétique des infinis*, 1655.

(²) ROBERT SMITH (1689-1768). *Traité d'optique*, 1728.

quarts de lieue au-dessus de notre tête; nous ne devons donc voir le ciel ni comme un plafond, ni comme un cintre circulaire, mais comme une voûte surbaissée, dont le grand diamètre BB est environ six fois plus grand que le petit AD.

Nous voyons donc le ciel en cette manière BAB; et quand le Soleil ou la Lune


Fig. 106.

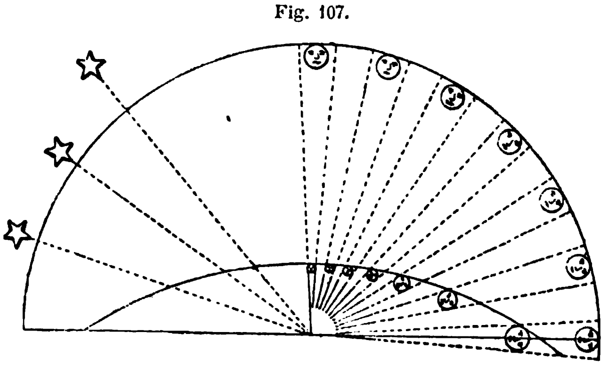


Forme apparente du ciel.

sont en B à l'horizon, ils nous paraissent plus éloignés (à nous qui sommes en D) d'environ un tiers, que quand ces astres sont en A. Or, nous devons les voir sous les angles qui viendront à nos yeux de B et de A: il reste donc à examiner ces angles.

Il semblerait d'abord qu'ils devaient être plus petits quand l'objet est plus éloigné, et plus grands quand il est plus proche; mais c'est ici tout le contraire. L'astre réel semble décrire le grand cercle extérieur (*fig.* 107), tandis que l'astre

Fig. 107.



Explication de l'agrandissement apparent des astres et des constellations vers l'horizon.

apparent suit la courbe intérieure. Or, tirez des angles de l'œil qui est au centre, aux positions réelles des astres, vous reconnaîtrez que les angles sont considérablement plus grands à l'horizon qu'au zénith. L'astre au zénith a son disque comme 3, et à l'horizon à peu près comme 9; car les diamètres de l'astre sont comme ses distances apparentes : or, la distance apparente de l'astre est environ 9 à l'horizon, et 3 au zénith; ainsi est sa grandeur apparente.

Cette vérité se confirme par une autre expérience d'un genre semblable; regar-

dez deux étoiles distantes entre elles réellement d'un degré; elles vous paraissent beaucoup plus éloignées à l'horizon, et beaucoup plus rapprochées vers le zénith.

Voici donc, selon cette règle, et selon les observations qui la confirment, les proportions des grandeurs et des distances apparentes du Soleil et de la Lune :

A l'horizon, ces astres sont vus de la grandeur 100;
A 15° au-dessus, de la grandeur 68;
A 30°, de la grandeur 50;
A 90°, de la grandeur 30.

De même, deux étoiles quelconques qui conservent toujours entre elles leur même distance paraissent à l'horizon éloignées l'une de l'autre comme 100, et au zénith comme 30; ce qui est toujours, comme vous voyez, la proportion d'environ 9 à 3.

Ce phénomène est donc entièrement du ressort de la Géométrie et de l'Optique. et le docteur Smith a la gloire d'avoir enfin trouvé la solution d'un problème sur lequel les plus grands génies avaient fait des systèmes inutiles.

VOLTAIRE (1741).

P.-S. — Cette question de l'agrandissement des astres et des constellations à l'horizon étant revenue en discussion depuis quelque temps dans plusieurs publications scientifiques, il nous a semblé intéressant d'offrir à nos lecteurs l'article précédent, écrit par Voltaire il y a près d'un siècle et demi, et qui donne en principe l'explication à laquelle on s'est généralement rattaché depuis. Cet article n'est autre que le Chapitre VIII des *Éléments de la Philosophie de Newton*, écrits par Voltaire et dédiés à la marquise du Châtelet. Nous possédons dans notre bibliothèque plusieurs éditions de cet ouvrage. Dans celle d'Amsterdam, qui porte la date de 1738, ce Chapitre n'existe pas. Nous l'avons transcrit de celle de Londres (1741).

C'est dans l'épître dédicatoire de cet ouvrage que se trouve cette belle pensée à la gloire de Newton :

Confidents du Très-Haut, substances éternelles,
Qui brûlez de ses feux, qui couvrez de vos ailes
Le Trône où votre Maître est assis parmi vous,
Parlez ! Du grand Newton n'étiez-vous point jaloux ?

On voit qu'en fait l'explication est tirée de l'*Optique* de Robert Smith (1728).

C. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMMUNICATIONS RELATIVES A L'ASTRONOMIE ET A LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

Immobilité de l'éther et transmission de la lumière par M. A. CORNU.

Dans la séance du 29 septembre 1851, l'Académie recevait de M. Fizeau communication d'un des plus beaux résultats expérimentaux que la Science ait jamais enregistrés : c'était la mémorable expérience par laquelle notre savant confrère démontrait que le mouvement des corps change la vitesse avec laquelle la lumière se propage dans leur intérieur. Le mouvement de la matière transparente entraîne les ondes lumineuses, mais ne les entraîne que *partiellement* et dans la proportion que le génie de Fresnel avait déduite d'une observation d'Arago. M. Fizeau montrait, en effet, que l'air, même avec des vitesses de 25^m à la seconde, n'entraînait pas sensiblement les ondes lumineuses comme il entraîne les ondes sonores, tandis que l'eau, dont l'indice est plus élevé, entraîne la lumière avec un peu moins de la moitié de la vitesse dont elle est elle-même animée. La loi de Fresnel donne pour proportion $\frac{n^2-1}{n^2}$, rapport sensiblement nul pour les gaz et égal à 0,437 pour l'eau, dont l'indice $n = 1,333$.

Ces résultats ont une grande importance théorique et constituent à peu près les seules données directes que possède l'Optique sur la constitution du milieu hypothétique, l'*éther*, siège des mouvements lumineux. Ils démontrent que l'*éther* est indépendant de la matière pondérable; l'entraînement partiel n'est qu'un entraînement apparent : il révèle simplement une transmission partielle du mouvement aux molécules pondérables, transmission qu'on représente quelquefois symboliquement par une variation de la densité de l'éther dans l'intérieur des corps transparents.

Depuis près de trente-cinq ans que cette expérience a été faite, aucune publication n'avait annoncé qu'elle eût été répétée; deux savants américains, M. A. Michelson, bien connu par ses belles expériences sur la vitesse de la lumière, et M. W. Morley viennent de la reprendre. Leur travail, conçu dans l'esprit le plus élevé, exécuté avec ces puissants moyens d'action que les savants des États-Unis aiment à déployer dans les grandes questions scientifiques, fait le plus grand honneur à leurs auteurs.

Après une exposition succincte de l'importance du problème résolu par M. Fizeau et la description de l'appareil, si simple et si parfait, imaginé pour y parvenir, les auteurs ajoutent modestement :

... Malgré toute l'ingéniosité déployée dans ce dispositif remarquable, qui est manifestement adapté d'une manière si admirable pour éliminer tout déplacement accidentel des franges par des causes extérieures, il semble qu'il plane encore un doute général sur les résultats obtenus ou, dans une certaine mesure, sur l'interprétation des conclusions énoncées par Fizeau. C'est ce motif, ainsi que l'importance fondamentale de ce travail, qui sont notre excuse de l'avoir répété; on doit mentionner que nous avons cherché à trouver des objections précises, mais sans succès.

Les savants auteurs ont cherché à perfectionner l'expérience; ils ont réussi à la répéter sur une échelle grandiose. Les deux tubes avaient $0^m,028$ de diamètre et plus de 6^m de longueur; l'eau circulait dans ces tubes sous une pression de 23^m de hauteur, et la déviation de la frange centrale a atteint presque une frange entière ($0^f,899$).

Une étude soignée du mouvement de l'eau a permis aux auteurs de déterminer avec précision la vitesse du liquide suivant l'axe des tubes, seul point sur lequel M. Fizeau avouait n'avoir pu obtenir une rigueur complète, faute de données suffisamment précises.

Avec l'air animé d'une vitesse de 25^m par seconde, la déviation des franges a été sensiblement nulle.

La conclusion de ce travail, ajoutent en terminant MM. Michelson et Morley, est donc que le résultat annoncé par Fizeau est entièrement correct et que *l'éther luminifère n'est aucunement affecté par le mouvement de la matière qu'il pénètre.*

L'Académie sera heureuse d'apprendre ainsi la confirmation complète de ce grand travail de notre illustre confrère M. Fizeau, travail qui a apporté l'un des plus beaux résultats de l'Optique moderne.

M. Fizeau remercie son savant confrère de la courtoisie avec laquelle il a bien voulu rappeler au souvenir de l'Académie un travail déjà ancien, relatif à l'éther lumineux dans ses rapports avec les corps en mouvement.

Ce travail renfermait des expériences sur le passage de la lumière à travers l'air et l'eau animés de grandes vitesses, et les résultats obtenus, singuliers en apparence, ainsi que les conséquences relatives à l'indépendance et à l'immobilité de l'éther dans les corps en mouvement, avaient laissé dans les esprits quelques doutes, que de nouvelles expériences pouvaient seules lever. C'est ce que viennent de faire, avec un plein succès, deux habiles physiciens américains : MM. A. Michelson et W. Morley, dont les nouvelles études sur ce sujet ont eu pour résultat de confirmer d'une manière complète la réalité des phénomènes en question et l'exactitude des mesures.

M. Fizeau ajoute que, de son côté, il n'a pas cessé de poursuivre ses précédentes études sur la nature et les propriétés de l'éther, et qu'il espère entretenir prochainement l'Académie de l'existence d'une variation particulière dans la force magnétique des aimants, variation qui paraît être en relation avec la direction du mouvement de la Terre dans l'espace et propre à apporter des données nouvelles sur l'immobilité de l'éther et ses rapports avec la matière pondérable.

M. Bertrand rappelle à cette occasion toute l'importance attachée par Senarmont à la belle expérience de M. Fizeau. Notre éminent et regretté confrère, expliquant un jour le rôle réservé dans la Science à ces phénomènes entièrement nouveaux, traduisit son admiration par un dessin bien expressif. Un continent représentant la Science acquise, et dessiné à la manière des anciens géographes, était entouré d'une mer immense : *mare ignotum*, dans laquelle, à une grande distance de la côte, on apercevait une île isolée : *insula Fizeau.*

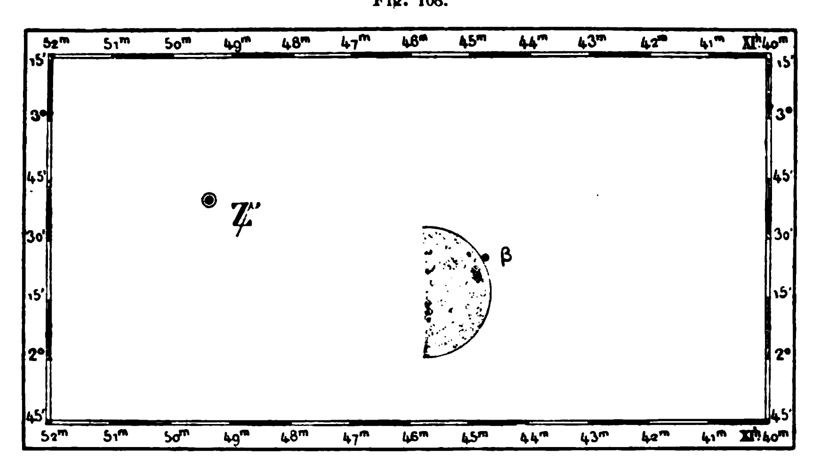
NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

Jupiter photographié près de la Lune. — Le 9 juin dernier, à $10^h 5^m$, à Orange, M. Tramblay a pris une fort belle photographie de la Lune et de Jupiter : la distance de la planète au bord lunaire n'était alors que de 33′34″. La pose, prolongée à $0^s,75$ pour accroître l'intensité de Jupiter, a été par cela même trop longue pour la Lune, dont l'image est « solarisée ».

Objectif de $0^m,081$, dédoublé, d'Hermagis. Foyer = $1^m,10$.

Occultation de β Vierge. — J'ai observé cette occultation, annoncée par la *Revue* pour le 9 juin. L'émersion a eu lieu à $8^h 30^m$, vers le 27° degré de latitude

Fig. 108.



Occultation de β Vierge par la Lune (9 juin 1886), observée à St-Pons (Hérault). Longitude = 0° 25′ 18″ E. Latitude = 43° 29 22″ N).

boréale du disque lunaire. Jupiter brillait alors non loin de notre satellite et l'on ne pouvait s'empêcher de penser à la proximité de la Lune et à la grandeur de sa parallaxe lorsqu'on savait que, pour d'autres régions du globe, cette Lune passait non au-dessous de Jupiter, comme pour la France, mais précisément devant lui. En effet, une heure plus tard, vers $9^h 40^m$, la Lune glissait pour nous à 22′ environ au sud de la planète (distance du bord), tandis que pour le centre de la Terre elle passait presque centralement sur Jupiter. GINIEIS.

Occultation de Jupiter. — Ce phénomène a été observé le 13 mai dernier, à Saint-Denis (île de la Réunion), par M. du Buisson. L'immersion a été masquée par un nuage. L'émersion a été notée à $7^h 46^m,53$. On n'a rien signalé de particulièrement remarquable dans cette occultation, assez rare en elle-même.

Satellite de Jupiter paraissant obscur sur la planète. — Le *Sidereal Messenger* signale l'observation curieuse d'un de ses correspondants de Baltimore qui a suivi le troisième satellite de Jupiter pendant un de ses passages devant la

planète. « Le 5 février 1883, à 7^h50^m, écrit-il, je commençais à observer Jupiter afin de voir combien de temps, avant la sortie, le IIIe satellite pourrait être aperçu. Le *Nautical Almanac* donne 5^h50^m pour l'heure de l'entrée et 8^h31^m pour l'heure de la sortie. J'ai vu immédiatement le satellite que je cherchais sous la forme d'un disque sombre à peu près de la nuance des régions les plus foncées des bandes de Jupiter. Son aspect était bien différent de la noirceur d'encre des ombres des satellites sur la planète. Je l'ai suivi jusqu'à 8^h5^m, et je suspendis l'observation pour reposer ma vue. Revenant à 8^h15^m, je ne retrouvai plus le satellite. Cinq minutes plus tard, j'aperçus un faible point lumineux et, à 8^h25^m, je vis le satellite plus brillant que la planète. A 8^h30^m, il atteignit le bord de la planète, présentant la phase habituelle de sortie. La durée entière de mon observation a été de 41 minutes. Le temps du passage était de 2^h41^m. » La particularité intéressante de cette observation est que, pendant une partie de son passage, le satellite a paru plus sombre que la planète et qu'il est devenu plus brillant qu'elle en arrivant près du bord.

M. Barnard expose dans la même Revue, que souvent le IIIe satellite effectue ses passages sous la forme d'une tache noire. « Je l'ai observé, dit-il, aux dates suivantes : 1879, 2 août; 1880, 30 décembre; 1883, 12 février (il paraissait alors comme une petite tache très noire, plus petite que n'est généralement son ombre); 1885, 9 mai. J'ai été témoin à plusieurs reprises de passages sombres du IVe satellite. En 1880, j'ai vu nombre de passages sombres du satellite I (sa couleur tirait sur le brun), mais *je n'ai jamais vu le IIe satellite autrement que brillant.* »

Le 6 mars 1886, M. Wilson, de Cincinnati, a également observé un passage sombre du IIIe satellite. En traversant une des bandes foncées de la calotte polaire, dans l'hémisphère Nord de la planète, le satellite paraissait beaucoup plus noir que la bande. L'ombre du même satellite était près du second bord du disque et traversait la bande blanche immédiatement au sud de celle qu'on vient de mentionner; l'ombre était noire comme de l'encre.

Mars dans les petits instruments. — Nous avons reçu de M. Lihou, membre de la Société scientifique Flammarion, de Marseille, six dessins de Mars obtenus, à l'aide d'une lunette de 108^{mm} (grossissements de 150 et 270), les 21 janvier, 9 et 23 février, 17 et 26 avril et 24 mai dernier. On y reconnaît les principaux délinéaments de la géographie martienne. Mais pour que l'observation réussisse, il faut une atmosphère absolument pure et surtout complètement calme.

Le noyau des comètes. — Dans une lecture récente faite aux États-Unis, le professeur Young a discuté la question du noyau des comètes et des effets possibles d'une rencontre avec la Terre. Il estime que les noyaux les plus volumineux ne dépassent pas 0,00001 du diamètre de la Terre, soit 160^{km}; mais que pourtant, si un tel noyau était un bloc de fer, la rencontre ne serait pas insensible. Il incline plutôt à penser que le noyau n'est pas solide, mais consiste en

une masse de poussière ou de poudre noyée dans un gaz à l'état incandescent. L'électricité, ajoute-t-il, jouera certainement un rôle important dans les phénomènes de la queue.

Théorie des taches solaires. — D'après M. Spœrer, persévérant *observateur* du Soleil, les taches sont produites par des courants descendants, les facules et les protubérances par des courants ascendants. Les taches sont loin d'avoir la profondeur qu'on leur attribue quelquefois. Le phénomène des protubérances peut être imité d'une manière saisissante, par une expérience due à M. Vettin. Il suffit, pour cela, d'introduire de la fumée de tabac sous une cloche de verre posée sur une plaque, d'attendre que la fumée s'y dépose en couche uniforme, puis de chauffer la plaque en dessous par une allumette enflammée; on voit alors se former, au-dessus du point chauffé, une intumescence d'où bientôt jaillissent des jets de fumée tout à fait analogues aux protubérances solaires.

Aurore boréale. — Le 12 juillet dernier, j'ai observé à Dax (Landes) une belle aurore boréale, de 8^h à 10^h30^m du soir.

Le centre de la masse lumineuse était dans le méridien magnétique. Son étendue sous-tendait un arc d'horizon de 45° environ, et sa hauteur était de 25°. Près de l'horizon la lumière était rouge; plus haut, vers 10° à 15°, elle passait au jaune clair et se terminait par des effluves bleuâtres. L'ensemble présentait un aspect fortement strié d'une manière irrégulière; le ciel était très beau, pas un nuage. Malgré la présence de la Lune, la lumière émise était fort intense.

JULES THORES.

Remarque. — A cette date il n'y avait point de taches sur le Soleil. On ne signale aucune perturbation magnétique, et nous n'avons aucune autre observation de cette aurore.

Même sujet. — Nos correspondants d'Angleterre nous signalent l'apparition d'une très belle aurore boréale dans la soirée du 27 juillet dernier. Commencée vers $9^h,30^m$ du soir, elle s'est prolongée jusqu'à $2^h,30^m$ du matin. Elle a consisté principalement en une couronne de lumière, mobile et changeante, suspendue dans le ciel, de laquelle émergeaient divers rayons argentés flottant sur un fond rougeâtre. Ce beau spectacle a impressionné plus d'un contemplateur.

L'aurore du 27 juillet a été accompagnée de perturbations magnétiques qui se sont élevées, à l'observatoire de Greenwich, à un écart de 45′ en déclinaison.

Remarque. — Du 10 au 14 juillet, le Soleil s'est montré sans taches (observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille); le 16, on a observé une tache et 5 pores; taches et pores ont augmenté chaque jour en nombre et en étendue; du 25 au 4 août, grande effervescence: en moyenne 5 taches et 10 pores par jour. Le 27, une tache s'est formée spontanément.

Chute d'un uranolithe aux Antilles. — Nous recevons, par l'obligeance du

Dr Bétancès, le *Courrier de Mayaguez* (île de Porto-Rico), contenant la description d'un uranolithe observé, le 10 mai dernier, par M. R. Vines, à l'observatoire du Collège royal de Belèn. Ce météore extraordinaire a inondé de clarté la capitale de la Havane et a jeté une certaine alarme dans la population. Il ressemblait à un fer rouge et offrait un diamètre peu inférieur à celui de la Lune. Il éclata comme une bombe dans les hauteurs de l'atmosphère, mais on n'entendit la détonation qu'une minute et plusieurs secondes après l'explosion, ce qui indique une distance d'environ 22^{km}. Les fragments paraissent avoir été projetés sur divers points de l'île, à l'Est-Sud-Est.

L'attraction de la Lune. — On a calculé que l'attraction de la Lune diminue de $\frac{1}{288000}$ le poids d'un objet situé au niveau de la mer. Un objet pesant 288^{kgr} est par conséquent diminué d'un gramme, et un homme pesant 72^{kgr} est diminué d'un quart de gramme.

Une molécule d'air située à 63^{km} de hauteur (centième partie du rayon de la Terre) est diminuée relativement davantage, de $\frac{1}{282240}$. La différence entre les deux fractions est faible. Cependant c'est par des poussées d'éléments infiniment petits que se produisent les marées océaniques, et il n'est pas impossible que des marées atmosphériques soient produites par des causes du même ordre.

La foudre en boule. — Dans le bourg de Saint-Ybard, canton d'Uzerche (Corrèze), la foudre est tombée en forme de boule sur l'église et a enlevé la croix du clocher. Animée d'une faible vitesse, elle descend par le mur extérieur, traverse la rue, arrive à une maison voisine, renverse deux jeunes gens qui se trouvaient sur le pas de la porte (sans leur faire aucun mal), monte au premier où se trouvaient deux dames et deux religieuses, les renverse, tout bénévolement d'ailleurs, se met à percer murs et plafonds, et enfin sort par... la cheminée, en emportant celle-ci dans le jardin. Chose étonnante, aucune des six personnes renversées n'a eu seulement une simple brûlure; mais le conseil de fabrique a dû acheter une nouvelle croix pour son clocher, et une des sœurs a cherché longtemps ses souliers, qui, paraît-il, étaient ferrés à l'encontre de ceux des autres dames. Et le même jour, dans la même commune, un éclair, qu'on aperçut à peine, enflammait en quelques instants tout un corps de bâtiment.

Une boussole se trouvant dans une armoire avec des agrès de gymnastique en fer et en acier s'obstine à marquer le Nord-Est, avec une déviation Nord-Nord-Est de 5 degrés et quelques minutes. Les agrès d'acier ont-ils été aimantés par une influence quelconque, et, comme eux ne pouvaient pivoter, ont-ils eu assez d'influence pour que la boussole prît leur direction, qui est celle du Nord-Nord-Est?

POUMIER,
à Uzerche (Corrèze).

4 juin 1886.

Curieux effet de la foudre. — Pendant un violent orage qui traversa la Norvège à la fin du mois de juillet dernier, on a pu constater un remarquable exemple de la puissance de la foudre. Un sapin de 25^{m} de hauteur, frappé par l'éclair à 4^{m}

environ du sol, a été coupé en deux, et la moitié supérieure (d'environ 20^m de long) a été lancée à une distance de plusieurs mètres. Mais le plus curieux est encore que la surface de la partie détachée est aussi unie que si elle avait été sciée, tandis que celle du tronc restant au sol a été hachée en morceaux jusqu'à la racine et réduite en filaments. Autour de l'arbre le sol est sillonné dans toutes les directions.

Étendue de la vision pour diverses hauteurs. — La formule pour calculer cette étendue est fort simple. Soit (*fig.* 109) le globe terrestre, *a* un observateur situé à une hauteur quelconque, A un observateur placé plus haut, le rayon de visibilité s'étend pour le premier, de *a* au cercle de l'horizon *bb'*, et pour le second, de A au cercle plus étendu BB'. Le rayon du cercle visuel est donné par la formule :

$$R = 3570^m \sqrt{h}.$$

L'étendue de la vision dépend de la dimension de la planète. Plus le globe est grand, moins sa courbure est forte et plus le cercle de l'horizon est éloigné. Sur un globe du volume du Soleil, la vue s'étendrait à une distance considérable ; sur un monde aussi petit que la Lune, au contraire, le cercle de visibilité est très réduit. En admettant pour le rayon de la Terre le chiffre 6 371 000^m, le cercle de l'horizon se trouve à 3570^m pour une hauteur de 1^m. Un homme, debout sur une surface de niveau telle que celle de la mer, a son œil à 1^m,75, taille moyenne de l'homme. le rayon du cercle de l'horizon qui comprend dans son intérieur la partie visible de cette surface est donc de $3570^m \times \sqrt{1^m 75} = 1^m 32$, ou de 4711^m.

Distance de visibilité pour diverses hauteurs.

Hauteurs.	Distances.	Hauteurs.	Distances.	Hauteurs.	Distances.
1^m	3570^m	100^m	35 700^m	785^m	100^{km}
2	5048	200	50 482	3143	200
3	6183	300	61 828	7076	300
4	7140	400	71 400	12 586	400
5	7982	500	79 820	19 688	500
6	8745	600	87 449		
7	9444	700	94 444		
8	10 097	800	100 967		
9	10 710	900	107 100		
10	11 290	1000	112 900		
20	15 965	2000	159 650		
30	19 554	3000	195 540		
40	22 580	4000	225 800		
50	25 246	5000	252 460		
60	27 656	6000	276 560		
70	29 870	7000	298 700		
80	31 940	8000	319 400		
90	33 880	9000	338 800		
		10 000	357 000		

Fig. 109.

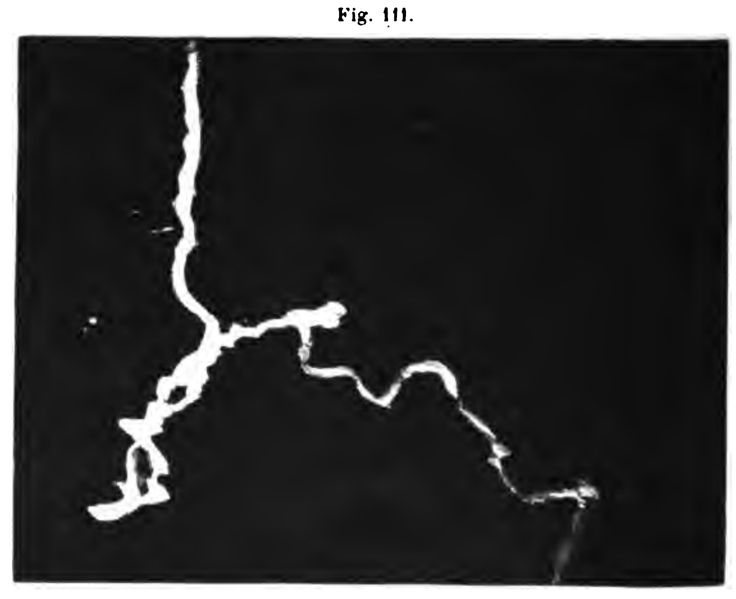
Éclairs photographiés. — Nous offrons aujourd'hui à nos lecteurs les

Fig. 110.



Photographie directe d'éclairs (12 mai 1886, 9h45m).

Fig. 111.



L'éclair de gauche, agrandi.

curieuses et remarquables photographies d'éclairs faites par M. Moussette pendant l'orage du 12 mai, et dont nous avons parlé dans notre dernier numéro. *La fig.* 110 représente la photographie dans son ensemble ($9^h 45^m$ du soir) ; la *fig.* 111 est un agrandissement de l'éclair de gauche et la *fig.* 112 un agrandissement

Fig. 112.



L'éclair de droite, agrandi.

de celui de droite. Il est difficile d'examiner ces deux dernières photographies et de suivre l'éclair dans ces singuliers tracés sans sentir qu'on est en présence de quelque grand secret de la nature fort éloigné des théories actuellement admises sur la propagation de l'électricité. La photographie a fixé, en un millième de seconde peut-être, des mouvements qu'il est impossible à l'œil humain de saisir et d'analyser.

Le plus jeune des astronomes. — On nous signale, de Rochester (États-Unis), un fait qui est de nature à encourager les jeunes :

M. Lewis Swift, de l'Observatoire Warner, a découvert 100 nébuleuses avec le

réfracteur de 0m,41, de cet Observatoire. Le travail avait été commencé en juillet 1883. Une douzaine, environ, de ces nouveaux astres ont été trouvés par le fils de M. Swift, qui n'avait alors que treize ans! Cette découverte rappelle celle du compagnon de Sirius, faite comme on le sait en 1862, par le jeune fils d'Alvan Clark, alors âgé de quatorze ans.

Puissance des instruments. — M. le Dr Terby, de Louvain, porte à la connaissance des astronomes que l'équatorial de 8 pouces anglais (0m203), construit pour lui par M. Grubb, de Dublin, donne les excellents résultats suivants :

ÉTOILES DOUBLES NETTEMENT DÉDOUBLÉES.

35 Chevelure : 5,5 et 8e à 1",4.
ξ Scorpion AB : 5 et 2,5 à 1",3.
Σ 1876 : 8 et 8,5 à 1",2.
ζ Hercule : 3e et 6e à 1",1.
Σ 1932 : 6 et 6,5 à 0",9.
Σ 1883 : 7,5 = 7,5 à 0",8.
Σ' 215 : 6,5 et 7,3 à 0",8.
ζ Bouvier : 4 et 4,5 à 0",8.
Σ 1429 : 8,2 = 8,2 à 0",7.
μ² Bouvier : 6,5 et 8 à 0",7.
η Couronne : 5,5 et 6 à 0",7.
Σ 1426 AB : 7,5 et 8 à 0",6.
λ Cygne : 5,5 et 6,5 à 0",6.
Σ 1517 : 7 = 7 à 0",5.
Σ 1863 : 7 et 7,2 à 0",5.
ω Lion : 6e et 7e à 0",5.
25 Chiens de chasse : 6e et 7e à 0",5.

Ce sont là, en effet, de très beaux résultats.

Moyen facile d'extraire les racines cubiques. — Écrivons les deux Tableaux suivants (qu'on peut continuer indéfiniment pour les nombres dont la racine cubique est au-dessous de 100) :

TABLEAU A

Racines.	Cubes.
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343
8	512
9	729

TABLEAU B

Racines.	Cubes.
10	1000
20	8000
30	27 000
40	64 000
50	125 000
60	216 000
70	343 000
80	512 000
90	729 000

Si l'on considère dans le Tableau A le dernier chiffre à droite des cubes, on remarque que chaque chiffre de 1 à 9 ne revient qu'une seule fois. Ce dernier chiffre permet donc de reconnaître quel est celui de la racine. Il suffira de retenir de ce tableau A tous les chiffres à droite. C'est d'autant plus facile que

pour 1, 4, 5, 6 et 9, ce sont les mêmes, et que pour 2, 3, 7 et 8, ce sont leurs compléments, 8, 7, 3, 2. Quant au tableau B, il faut au contraire l'apprendre par cœur en entier, ce qui est tout fait du moment qu'on a appris le premier, puisqu'entre les deux il n'y a qu'une différence de zéros.

Soit maintenant à extraire la racine cubique du nombre 658 503, par exemple. Ce nombre étant compris entre 512 000 et 729 000 (Tableau B), la racine doit se trouver entre 80 et 90. Le dernier chiffre 3 du cube répond au chiffre 7 de la racine (Tableau A). Donc la racine cubique de 658 503 est 87.

Soit à extraire la racine cubique de 91 125. Elle se trouve, d'après le Tableau B, entre 40 et 50; le dernier chiffre du cube répondant à 5 au Tableau A, la racine est 45.

On voit qu'il suffit de savoir par cœur ces deux Tableaux pour se faire aisément la réputation d'un prodigieux calculateur mental, en fournissant d'emblée la racine cubique de tout nombre au-dessous de 729 000. Et il ne serait pas nécessaire d'allonger beaucoup la liste pour affronter des nombres de sept, huit, dix chiffres, ou davantage.

Le chauffage des villes par le feu central. — Il vient de se passer à Buda-Pesth, capitale de la Hongrie, un fait dont bien peu de personnes, à l'heure actuelle, apprécient la portée véritable. Une Société a foré un puits artésien qui, à la fin du mois de janvier dernier, atteignait la profondeur de 951^m et donnait déjà un débit d'eau considérable, marquant $70°$ de chaleur au thermomètre centigrade. Cette eau sert à alimenter les lavoirs, bains publics et autres établissements industriels de la ville.

La municipalité a alloué une subvention de $800\,000^{fr}$ à la Compagnie qui exécute les travaux, et le forage se continue pour obtenir une eau plus chaude encore. Ce projet réalisé en Hongrie avait été proposé à Paris en 1880 et traité d'utopie par les mêmes personnes qui s'empresseront, nous n'en doutons pas, d'en reconnaitre la valeur, maintenant que le succès en a consacré l'utilité.

La chaleur de la Lune. — M. Langley, le savant bien connu de tous nos lecteurs, vient d'appliquer à la Lune l'instrument qui lui a si bien servi pour établir la constante de la chaleur du Soleil et qu'il a nommé le *bolomètre*. Sa conclusion est que la température de notre satellite est inférieure à zéro.

La comète d'Encke. — On sait que les quatre retours de la comète observés de 1871 à 1881 avaient donné à M. Backlund la valeur de $0'',054$ pour la diminution progressive et l'accélération du moyen mouvement, laquelle avait été trouvée par Encke de $0'',10$, pour les observations anciennes. Le retour de la comète en 1885 a fourni à l'auteur l'objet d'une nouvelle recherche, de laquelle résulte la valeur $0'',061$.

L'accélération a brusquement diminué vers 1868. La cause de ce phénomène ne paraît devoir être cherchée que dans quelque modification de l'état physique de la comète.

Les observatoires météorologiques les plus élevés de l'Europe peuvent être classés comme il suit :

	Altitude.
Brocken, Harz. Allemagne	1141^{m}
Ben-Nevis. Angleterre	1418
Puy de Dôme. France	1463
Pic de l'Aigual, Cévennes. France	1567
Schafberg, près Ischl. Autriche	1776
Wendelstein, Bavière. Allemagne	1860
Mont Ventoux. France	1960
Hoch-Obir, Carinthie. Autriche	2047
Monte Cinone, Apennins. Italie	2162
Säntis, Appenzell. Suisse	2500
Pic du Midi. France	2877
Etna. Sicile	2900
Sonnenblick, près Salsbourg. Autriche	3103

L'observatoire météorologique le plus élevé du monde est celui de Pike's Peak, Colorado, États-Unis, dont l'altitude est de 4322^{m} au-dessus du niveau de la mer.

Preuve sensible de la rondeur de la Terre. — Les images produites sur de grandes étendues d'eau subissent une *déformation* par suite de la rondeur de la Terre. A la surface des lacs, lorsque l'eau est très tranquille et que le rayon lumineux en rase à peu près la surface, les images ne se font pas sur un plan, mais sur une *surface convexe*, à cause de la rondeur de la Terre, qui, en pareil cas, n'est pas négligeable.

Au lieu de paraître égale à l'objet lui-même, l'image est plus ou moins déprimée dans le sens vertical, au point d'en être parfois méconnaissable. Tel est le cas du clocher de Montreux, vu de Morges; tel est encore le cas des barques et de leurs voiles, lorsqu'elles sont à quelques kilomètres et que l'œil est peu élevé au-dessus du niveau de l'eau.

Le calcul relatif à cette question ne peut être fait ici. Il faut déterminer le lieu de l'image du sommet d'un objet et celui de son bord, en tenant compte de la rondeur de la Terre, et l'on voit alors combien cette image paraît plus petite que l'objet lui-même.

J'étais arrivé à ces conclusions par le calcul; mais je croyais que l'observation ne pourrait jamais être faite, parce que je supposais que jamais le lac Léman ne serait assez calme sur une étendue suffisamment grande, lorsqu'un jour mon ami M. Forel vint m'avertir que ces images étaient visibles et, en effet, elles paraissaient exactement comme l'indiquait le calcul. C'est là une observation qui constitue une nouvelle et excellente preuve de la rondeur de la Terre. Dès lors, j'ai pu m'assurer fréquemment que les jours pendant lesquels cette observation est possible ne sont pas aussi rares que je croyais, car il arrive souvent que, sur le lac Léman, on peut voir ainsi les images déprimées, surtout si l'on a une lunette à sa disposition. Après avoir regardé un moment, *on voit la rondeur de la Terre*

aussi bien que l'on voit celle d'une boule que l'on tient à la main; c'est une observation qui vaut la peine d'être faite, si l'on est dans le voisinage d'un lac d'une étendue suffisante.

Prof. Ch. DUFOUR.
Morges, lac Léman.

Ingratitude de l'humanité. — Les exemples abondent d'hommes qui, après avoir rendu les plus grands services à leurs semblables, après avoir réalisé les découvertes ou les inventions les plus utiles et les plus intéressantes n'ont récolté que l'indifférence ou la persécution. Qui songe aujourd'hui à l'inventeur des allumettes chimiques? Et cependant, quels services immenses nous rendent à chaque instant ces petits morceaux de bois phosphorés! Qu'on réfléchisse quelques instants aux anciens moyens de se procurer du feu, aux morceaux de bois frottés par les sauvages, aux vestales chargées d'entretenir un foyer toujours allumé et condamnées à mort quand elles venaient à le laisser éteindre; qu'on se rappelle seulement l'incommode briquet de nos pères, et l'on comprendra combien il est triste d'avoir à enregistrer des nouvelles telles que celle-ci :

« Ironyi, l'inventeur des allumettes chimiques, vient de mourir aussi pauvre qu'ignoré, à un âge avancé, dans un misérable village de Hongrie.

« Il était étudiant en pharmacie à Pesth, vers 1830, lorsqu'il fit l'importante découverte qui eût dû lui apporter la célébrité et la richesse. Sa pauvreté l'empêcha d'exploiter son invention et même de s'en assurer la propriété. »

Son nom doit être ajouté au long martyrologe des inventeurs méconnus et volés.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 SEPTEMBRE AU 15 OCTOBRE 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Pour l'étude et l'aspect du ciel étoilé pendant cette période de l'année, ainsi que pour l'observation des étoiles multiples, des amas, des nébuleuses, se reporter soit aux Cartes publiées mensuellement dans la première année de *L'Astronomie*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles*.

Les soirées, encore chaudes et toujours calmes, de la seconde moitié de septembre doivent être employées par les observateurs à l'étude des planètes et des principales constellations.

Vénus et *Vesta* sont visibles le matin; *Mars*, *Cérès*, *Pallas*, *Junon* et *Saturne*, le soir.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — La durée des jours continue à diminuer très rapidement du 15 septembre au 15 octobre. Cette décroissance atteint une valeur de 45^m le matin et de 1^h3^m le soir, soit une diminution totale de 1^h48^m.

En même temps, le midi moyen et le midi vrai s'écartent de plus en plus l'un de l'autre. Comme conséquence, la *matinée* l'emporte en longueur sur la *soirée*, de 11 minutes le 15 septembre, et de 29 minutes le 15 octobre.

La déclinaison boréale du *Soleil* est de 2°58′ à midi moyen, le 15 septembre. Cette déclinaison devient nulle le 23 septembre, à $3^h 14^m$ du matin : à cet instant précis, le *Soleil* change d'hémisphère, et c'est alors qu'a lieu l'*Équinoxe d'automne*, ainsi appelé parce qu'alors il y a égalité théorique entre la durée du jour et celle de la nuit. En ce moment, l'*Été* finit et une nouvelle saison commence. La déclinaison de l'astre du jour devient australe; elle est égale à 3°16′ au 1er octobre et à 8°36′ au 15 octobre. C'est donc une diminution de 11°34′ dans cet intervalle d'un mois.

A partir de 4^h du matin, on peut nettement distinguer, dans le ciel de l'Orient, la *Lumière zodiacale* qui va devenir fort intéressante.

LUNE. — La *Lune* ne se présentera dans d'excellentes conditions pour l'observation que du 15 au 25 septembre, dans le voisinage du *Premier Quartier*. Si l'on veut entreprendre de bonnes études sélénographiques, il ne faut pas craindre de se lever avant l'aurore.

La *plus grande Marée* de 1886 sera celle des 28, 29 et 30 septembre, qui est la plus rapprochée de l'équinoxe d'automne. La *haute mer* aura lieu, à Granville, à Saint-Malo, au Mont Saint-Michel, à $6^h 5^m$ du matin et à $6^h 25^m$ du soir, le 28 septembre; à $6^h 48^m$ du matin et à $7^h 5^m$ du soir, le 29; à $7^h 30^m$ du matin le 30 septembre. La *marée* du 29 septembre sera la plus forte et pourrait bien occasionner des désastres.

A Quillebœuf et à Caudebec, le *Mascaret* si remarquable de la Seine se fera sentir à $9^h 34^m$ du matin et à $9^h 58^m$ du soir, le 28 septembre; à $10^h 17^m$ du matin et à $10^h 40^m$ du soir, le 29; à 11^h du matin le 30 septembre.

Nous invitons les nombreux lecteurs de la *Revue* à profiter des billets d'aller et retour à prix réduit, que la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest met à la disposition des excursionnistes pour aller visiter les côtes normandes et bretonnes, et être témoins de ce phénomène des marées d'équinoxe, spectacle toujours émouvant, toujours grandiose, souvent terrible.

PHASES...	DQ le 21 septembre,	à $6^h 5^m$ matin.	PQ le 4 octobre,	à $10^h 43^m$ soir.
	NL le 27 »	à 9 28 soir.	PL le 13 »	à 3 33 matin.

De même que les *Pleines Lunes* d'août et de septembre, la *Pleine Lune* d'octobre jouit de la curieuse propriété de se lever presque à la même heure, durant plusieurs soirées consécutives. Cette singulière anomalie est due à la rapide augmentation de la déclinaison de notre satellite, accroissement qui a pour but de faire avancer, chaque soir, le lever de la Lune. Ainsi, du 8 au 14 octobre, la différence entre deux levers consécutifs ne variera que de 24 à 28 minutes.

Le *mince croissant lunaire* pourra être aperçu, le matin, à l'Orient, le 26 septembre, à partir de 4^h. Avec une bonne jumelle, on le verra facilement,

vers 5^h15^m, le jour même de la *Nouvelle Lune*, environ 14^h avant la Néoménie, surtout si le ciel est bien pur.

Occultations et appulses visibles à Paris.

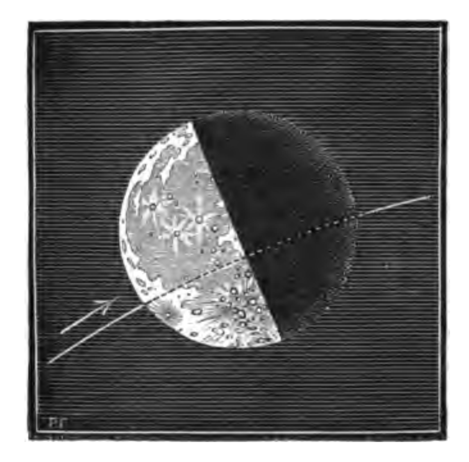
Trois occultations et deux appulses seront visibles, le soir, dans la première moitié de la soirée ou aux environs de minuit.

1° 130 TAUREAU (6° grandeur) le 20 septembre, de 11^h38^m à 12^h36^m du soir. Comme le montre la *fig.* 113, la disparition de l'étoile a lieu à 32° du point le plus à gauche et la réapparition du côté opposé, à 37° au-dessus du point le plus occidental. L'occultation sera visible dans l'Europe occidentale.

2° 26 GÉMEAUX (5,5 grandeur), le 21 septembre, de 10^h53^m à 10^h29^m du soir. L'étoile disparaîtra derrière la partie inférieure du disque, à 12° à gauche du point le plus méridional de la Lune, et reparaîtra à l'Occident, à 9° au-dessous du point le plus à

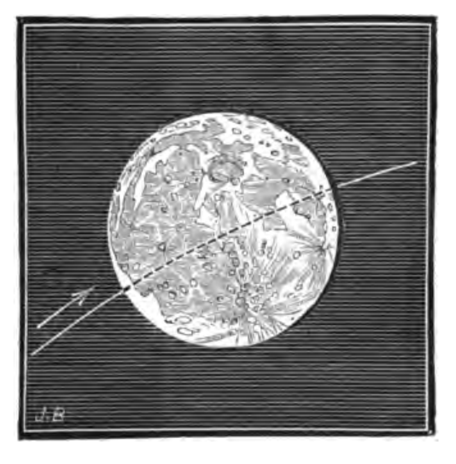


Fig. 113.



Occultation de 130 Taureau par la Lune, le 20 septembre de 11^h38^m à 12^h36^m du soir.

Fig. 114.



Occultation de μ Baleine par la Lune, le 14 octobre de 6^h17^m à 7^h5^m du soir.

droite. A Paris, la Lune ne se levant qu'à 11^h2^m, l'immersion de l'étoile ne pourra être observée, puisque les deux astres seront à cet instant au-dessus de l'horizon.

3° e^1 VERSEAU (5,5 grandeur), le 8 octobre, à 10^h39^m du soir, simple appulse, à 4',2 du bord de la Lune. L'étoile ne fera que frôler le disque de notre satellite, en un point placé à 43° à gauche et au-dessus du point le plus bas. Occultation pour le nord des Iles Britanniques.

4° *f* POISSONS (5° grandeur), le 12 octobre, à 12^h17^m du soir, simple appulse. L'étoile ne fera que frôler le disque de la Lune, à la faible distance de 1',9, en un point placé à 33° à gauche et au-dessus du point le plus au Sud. A Greenwich, il y aura occultation pendant 17 minutes. Dans le Nord-Ouest de la France, on pourra observer une occultation de courte durée.

5° μ BALEINE (4° grandeur), le 14 octobre, de 6^h17^m à 7^h5^m du soir. La *fig.* 114 indique que cette brillante étoile disparaît dans la partie supérieure du disque de la Lune, en un point situé à 39° à gauche et au-dessus du point le plus méridional, pour réapparaître du côté opposé, à 5° au-dessous du point le plus occidental. A l'observatoire de Juvisy, la première partie du phénomène aura lieu au moment du lever de la Lune.

Occultations diverses.

Les lecteurs de *L'Astronomie* habitant les diverses parties du globe pourront encore étudier les occultations suivantes :

1° Aldébaran (1re grandeur), le 19 septembre, vers 6h5m du soir, temps moyen de Paris. Cet intéressant phénomène ne pourra être étudié que dans l'archipel de la Sonde, l'Indo-Chine, l'Hindoustan et dans une partie de l'Asie centrale. Les limites de latitude sont 48° N. et 11° S.

2° λ Verseau (4e grandeur), le 9 octobre, vers 8h16m du soir. Les limites de latitude sont 39° B. et 29° A. Les diverses phases seront observables en Afrique.

Mercure. — *Mercure* demeure à peu près invisible, depuis le 15 septembre jusqu'au 25 octobre. Le 28 septembre, à 4h du matin, la rapide planète arrivera en conjonction supérieure avec le Soleil, c'est-à-dire qu'elle se trouvera au delà de cet astre par rapport à nous.

Mercure passera près de la Lune, le 27 septembre, près d'Uranus le 29 septembre et près de Jupiter le 4 octobre.

Vénus. — *Vénus* est toujours facile à reconnaître à son vif éclat, dans les constellations du Lion et de la Vierge qu'elle parcourt d'un mouvement direct. L'aspect du disque de la planète est à peu près celui du disque lunaire six heures avant la Pleine Lune. On peut donc encore étudier pendant quelques semaines le brillant *Lucifer*, avant sa conjonction prochaine avec le Soleil.

Le 16 septembre, vers minuit, *conjonction* de *Vénus* avec ρ Lion. La planète sera située à 1°7′ au nord de cette belle étoile de 4e grandeur.

Conjonction avec κ Lion, le 23 septembre, à 11h du soir. *Vénus* se trouvera au nord de cet étoile et à la faible distance de 4′. A l'œil nu, les deux autres confondront sensiblement leurs rayons, le 24 septembre, au matin.

Autre *conjonction* le 26 septembre, à 5h du soir, avec la Lune. *Vénus* se trouvera à 34′ au nord de notre satellite.

Vers 11h du soir, le 3 octobre, *conjonction* avec β Vierge. La planète sera visible à 43′ au nord de cette remarquable étoile.

Le 10 octobre, à 7h du matin, *curieuse conjonction* avec η Vierge, de 3,5 grandeur. La planète sera au nord et à 5′ seulement de l'étoile.

Conjonction avec *Uranus*, le 14 octobre à midi. *Vénus* se trouvera à 52′ au Nord.

Même jour, vers minuit, *conjonction* avec la belle étoile γ Vierge, de 3e grandeur. Vénus sera située au sud et à 1°29′ de l'étoile. Cette observation sera très intéressante à faire à l'aide d'une bonne lunette astronomique.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
17 Septembre...	3h50m matin.	10h44m matin.	1h50m	Lion.
20 » ...	3 59 »	10 46 »	1 46	»
23 » ...	4 7 »	10 48 »	1 42	»
26 » ...	4 16 »	10 51 »	1 37	»
29 » ...	4 25 »	10 53 »	1 33	»
2 Octobre......	4 33 »	10 55 »	1 29	Vierge.
5 »	4 41 »	10 56 »	1 25	»
8 »	4 50 »	10 58 »	1 21	»
11 »	4 58 »	11 0 »	1 17	»
14 »	5 7 »	11 2 »	1 13	»

Vénus a un diamètre de 10",2 au 1er octobre. Sa distance à la Terre est de 241 millions de kilomètres et au Soleil de 106 millions de kilomètres.

MARS. — *Mars* disparaît de notre vue pour aller se perdre derrière le Soleil. Les observations ne pourront recommencer que l'année prochaine.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* continue son mouvement direct dans la constellation du Sagittaire, dans une région du ciel totalement dépourvue d'étoiles des huit premières grandeurs. Avec une jumelle ordinaire, on pourra très facilement apercevoir la petite planète. On la distinguera d'autant mieux qu'elle forme le sommet d'un triangle dont la base est la ligne qui unit les étoiles τ et ζ du Sagittaire. *Cérès* est sensiblement à l'ouest de ζ et à une distance de 5° à 9°. Avec les indications qui précèdent, il est impossible de se tromper.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Cérès.	Constellation.
17 Septembre.....	7h26m soir.	10h35m soir.	SAGITTAIRE.
21 »	7 12 »	10 22 »	»
25 »	6 58 »	10 9 »	»
29 »	6 45 »	9 57 »	»
3 Octobre........	6 32 »	9 45 »	»
7 »	6 19 »	9 34 »	»
11 »	6 6 »	9 22 »	»

Coordonnées au 1er octobre : Ascension droite 19h20m. Déclinaison 30°53′ S.

Le 1er octobre, la distance de *Cérès* à la Terre est de 390 millions de kilomètres et au Soleil de 440 millions de kilomètres.

Pallas se trouve toujours dans les meilleures conditions pour l'observation. Il est facile de la découvrir dans le Taureau de Poniatowski, dans un coin de la voûte céleste où les étoiles de septième grandeur sont très nombreuses, en s'aidant d'une jumelle marine.

Du 15 septembre au 5 octobre, les astronomes pourront suivre la trajectoire de *Pallas*, surtout dans le voisinage des étoiles 72 et 71. Il faudra chercher la petite planète sur la ligne qui unit α Ophiuchus à θ Serpent.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
17 Septembre.....	6h10m soir.	1h 4m matin.	TAUREAU DE PONIATOWSKI.
21 »	5 56 »	0 48 »	»
25 »	5 43 »	0 31 »	»
29 »	5 30 »	0 14 »	»
3 Octobre........	5 17 »	11 59 soir.	»
7 »	5 4 »	11 43 »	»
11 »	4 52 »	11 27 »	»

Coordonnées au 1er octobre : Ascension droite 18h4m. Déclinaison 8°23′ N.

Le 1er octobre, la distance de *Pallas* à la Terre est de 494 millions de kilomètres, et au Soleil de 400 millions de kilomètres.

Junon est toujours visible dans les constellations d'Ophiuchus, du Scorpion et de l'Écu de Sobieski, où elle poursuit sa marche directe. Il faudra employer une bonne jumelle.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
17 Septembre.....	5h48m soir.	11h 2m soir.	OPHIUCHUS.
21 »	5 35 »	10 48 »	SERPENT.
25 »	5 22 »	10 34 »	»
29 »	5 10 »	10 19 »	»
3 Octobre........	4 58 »	10 6 »	ÉCU DE SOBIESKI.
7 »	4 46 »	9 52 »	»
11 »	4 34 »	9 39 »	»

Coordonnées au 1er octobre : Ascension droite 17h45m. Déclinaison 11°43′S.

Au 1er octobre, distance de *Junon* à la Terre, 447 millions de kilomètres, et au Soleil, 442 millions de kilomètres.

Vesta est observable le matin, avec une jumelle ordinaire, dans la constellation du Lion. Sa marche est directe.

Le 2 octobre, *Vesta* sera en *conjonction* avec χ, à 2°20′ au Nord. Vers le 14 octobre, la petite planète sera entre les deux étoiles σ et ι, presque à égale distance de chacune.

Jours.	Lever de Vesta.	Passage Méridien.	Constellation.
30 Septembre.....	3h20m matin.	10h16m matin.	LION.
4 Octobre.......	3 14 »	10 8 »	»
8 »	3 9 »	9 59 »	»
12 »	3 3 »	9 50 »	»

Coordonnées au 11 octobre : Ascension droite 11h12m. Déclinaison 9°31′ N.

Distance de *Vesta* à la Terre, 466 millions de kilomètres, et au Soleil, 352 millions de kilomètres.

JUPITER. — *Jupiter* est devenu entièrement invisible. C'est le 9 octobre, que la planète arrive en conjonction avec le Soleil et se trouve à sa distance la plus grande du globe terrestre.

SATURNE. — *Saturne* est admirable à observer (après minuit), avec ses splendides anneaux. Il brille entre *Castor* et *Pollux* d'un côté, et *Procyon* de l'autre.

Jours.	Lever.	Passage méridien.	Constellation.
18 Septembre.....	11h49m soir.	7h40m matin.	GÉMEAUX.
22 »	11 35 »	7 26 »	»
26 »	11 20 »	7 11 »	»
30 »	11 6 »	6 57 »	»
4 Octobre.......	10 51 »	6 42 »	»
8 »	10 37 »	6 27 »	»
12 »	10 22 »	6 12 »	»

Saturne a un diamètre de 16″4 au 1er octobre. Sa distance de la Terre est de 1364 millions de kilomètres et au Soleil de 1338 millions de kilomètres.

URANUS. — *Uranus*, en conjonction avec le Soleil le 1er octobre, est donc entièrement invisible actuellement.

Les minima suivants d'*Algol* en β Persée seront observables :

1er Octobre....	Diminution principale	11h14m soir.	Minimum.	12h40m soir.
4 »	» »	8 3 »	»	9 29 »
7 »	» »	4 52 »	»	6 18 »

EUGÈNE VIMONT.

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS

Quai des Grands-Augustins, 55, à Paris.

Envoi franco dans tous les pays faisant partie de l'Union postale.

D'OPPOLZER (Chevalier **Théodore**), Professeur d'Astronomie à l'Université de Vienne, Membre de l'Académie des Sciences de Vienne, Correspondant de l'Institut de France, etc. — **Traité de la détermination des orbites des Comètes et des Planètes.** Edition française publiée d'après la deuxième édition allemande, par **Ernest Pasquier**, Docteur ès Sciences physiques et mathématiques, Professeur d'Astronomie à l'Université de Louvain, etc. — Un beau volume petit in-4° de XXVI — 492 pages de texte et 209 pages de tables; 1886 . . . . . 30 fr.

Le *Traité des orbites* de M. d'OPPOLZER constitue une œuvre capitale. L'Auteur, l'un des astronomes les plus éminents de l'époque, analyste profond, en même temps que praticien consommé, s'occupe depuis plus de vingt-cinq ans de la détermination des orbites; pour l'exécution de son immense travail, il a d'ailleurs été puissamment aidé par une phalange de jeunes astronomes possédant eux-mêmes un nom dans la Science; nous voulons citer MM. F. ANTON, F. K. GINZEL, F. KUHNERT, le baron de RUHLING et R. SCHRAM.

Le présent Traité est le fruit de tous ces efforts réunis : rien d'étonnant qu'il soit rapidement devenu classique au delà du Rhin et qu'il ait été accueilli partout avec la plus grande faveur. A la fois le plus complet et le plus précis, cet ouvrage considérable est destiné à rendre de très grands services aux astronomes et il sera lu avec le plus vif intérêt par tous ceux qui, possédant les premières notions de Calcul différentiel et intégral et de Mécanique analytique, veulent s'initier à l'un des problèmes les plus hardis que se soit posés l'intelligence humaine.

La marche à suivre dans la détermination des orbites, question dont se sont occupés les plus grands géomètres et les astronomes les plus illustres, est certes connue depuis longtemps, dans ses grandes lignes du moins. A M. d'OPPOLZER reviendra cependant le mérite d'avoir réuni en un tout harmonique un grand nombre de matériaux épars, et l'un de ses plus beaux titres de gloire sera d'avoir perfectionné la solution du problème en plusieurs de ses points essentiels.

Tout l'ouvrage, écrit avec une grande lucidité, repose sur un principe unique : la grande loi de la gravitation universelle. Dans le choix des méthodes, l'auteur accorde toujours la préférence à celles qui le conduisent le plus sûrement au but poursuivi ; des applications numériques accompagnent constamment le texte, auquel sont en outre annexées des tables nombreuses, généralement nouvelles ou plus étendues qu'elles ne l'étaient antérieurement : ces tables, minutieusement vérifiées, constituent un auxiliaire d'un prix vraiment inestimable.

Le traité de M. d'Oppolzer comprend deux volumes, mais la matière y est divisée de telle sorte que le premier forme à lui seul un tout complet. Double en étendue du Tome I de la première édition, ce premier volume est lui-même divisé en deux Parties, dont la première contient l'établissement d'un certain nombre de relations fondamentales, d'un usage constant lors de la détermination proprement dite de l'orbite. La seconde partie comprend la détermination même des orbites, à l'aide de trois ou de quatre observations; pour le cas où l'on ne suppose pas l'orbite parabolique, l'Auteur a imaginé des méthodes nouvelles, à la fois plus générales, plus rapides et plus précises que les célèbres procédés de GAUSS.

A la suite d'une révision minutieuse, faite tant par l'Auteur et M. Schram que par le Traducteur, le texte allemand et les tables ont subi diverses corrections plus ou moins importantes. Les tables de l'édition française ont été revues trois fois après l'impression, et les corrections patiemment faites sur les divers exemplaires; lors de la troisième révision, les tables ont été trouvées entièrement exactes.

Pour la mesure du temps, et pour celle des longitudes, le Traducteur s'est entièrement conformé, d'accord avec l'Auteur, aux décisions du Congrès international tenu à Washington en octobre 1884 ; mais comme ce mode de procéder n'est pas encore définitivement adopté, M. Pasquier indique, immédiatement après la Préface, les modifications à appliquer au texte et aux tables, dans l'hypothèse où l'on voudrait continuer à compter le temps astronomique à partir du midi moyen de chaque lieu et maintenir les longitudes positivement à l'Ouest, négativement à l'Est.

Le volume se termine par un Appendice renfermant toutes les formules dont on a ordinairement besoin dans les premières déterminations des orbites; cet Appendice, où les passages correspondants du texte sont notés avec soin, constitue un excellent résumé qui, avec la Table des matières, facilite singulièrement la lecture de ce grand ouvrage.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 10. Octobre 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

PARIS : 12 fr. — DÉPARTEMENTS : 13 fr. — ÉTRANGER : 14 fr.

PRIX DU NUMÉRO : 1 fr. 20 c.

La REVUE paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

SOMMAIRE DU N° 10 (OCTOBRE 1886).

ARTICLES SOUS PRESSE

POUR PARAITRE DANS LES PROCHAINS NUMÉROS DE LA REVUE.

FLAMMARION. — L'origine des constellations. — L'univers antérieur. — Exposé de toutes les recherches relatives à la température intérieure du globe terrestre. —

FENET. — Les curiosités sidérales vues dans les instruments moyens.

VIMONT. — Instructions pour l'usage des instruments.

DETAILLE. — L'Astronomie des anciens Egyptiens. — La périodicité des éléments magnétiques.

G. HERMITE. — Détermination du nombre des étoiles de la voie lactée.

LESPIAULT. — Démonstration élémentaire des lois de Newton.

GALLY. — Eclipses de Soleil et de Lune qui arriveront de l'an 1886 à l'an 2000.

H. RAPIN. — Le jour sidéral et la rotation de la Terre.

P. GÉRIGNY. — Réflexions sur la Philosophie des Sciences.

DE BOE. — La lumière.

ARGELANDER. — Méthode pour l'observation des étoiles variables.

Études sur la théorie des mirages, sur les anciens climats de l'histoire de la Terre, etc.

ERICSSON. — Mesures thermométriques sur la température de la Lune.

APERÇU DES ARTICLES PUBLIÉS DANS LA REVUE.

BERTRAND (J.), de l'Institut. —**Le satellite de Vénus.**

DAUBRÉE, Directeur de l'Ecole des mines. — **Les pierres tombées du Ciel.**

DENNING (A.), astronome à Bristol. — **Observations télescopiques de Jupiter, de Vénus, de Mercure.**

FAYE, Président du Bureau des Longitudes. — **Nouvelle théorie du Soleil. — Distribution des taches solaires. — Mouvements lents du sol en Suisse. — La formation du système solaire.**

FLAMMARION. — Les carrières astronomiques en France. — Conditions d'habitabilité de la planète Mars. — Constitution physique des comètes. — Une genèse dans le Ciel. — Comment on mesure la distance du soleil. — Les étoiles, soleils de l'infini. — D'où viennent les pierres qui tombent du Ciel? — Les étoiles doubles. — Chute d'un corps au centre de la terre. — La conquête des airs et le centenaire de Montgolfier. — Les grandes marées au Mont Saint-Michel. — Phénomènes météorologiques observés en ballon. — Une excursion météorologique sur la planète Mars. — Les flammes du Soleil. — Les illuminations crépusculaires et le cataclysme de Krakatoa. — La planète transneptunienne. — L'étoile du Berger. — L'histoire de la Terre. — Les victimes de la foudre. — Les conditions de la vie dans l'univers. — Le point fixe dans l'univers.

GÉRIGNY, astronome. — **Comment la lune se meut dans l'espace. — Ralentissement du mouvement de la Terre. — La formation du système solaire. — Études sélénographiques. — L'équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. — L'héliomètre. — La naissance de la Lune. — Les grands instruments de l'Astronomie.**

HENRY, de l'Observatoire de Paris. — **Découvertes nouvelles sur Uranus. — La photographie céleste.**

HERSCHEL (A.-S.). — Chute d'un uranolithe en Angleterre.

JAMIN, de l'Institut. — **Qu'est-ce que la rosée?**

JANSSEN, de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Meudon. — **La photographie céleste. — Résultats de l'éclipse de Soleil du 6 Mai 1883.**

MOUCHEZ (amiral), directeur de l'Observatoire de Paris. — **Travaux actuels de l'Observatoire de Paris. — L'Observatoire du Pic du Midi. — Création d'une succursale de l'Observatoire.**

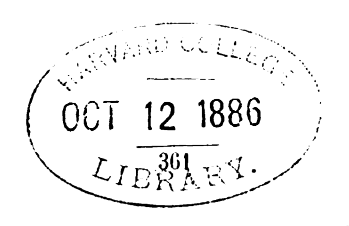
PARMENTIER (général). — Distribution des petites planètes dans l'espace.

PERROTIN, directeur de l'Observatoire de Nice. — **La comète de Pons. — La planète Uranus.**

SCHIAPARELLI, directeur de l'Observatoire de Milan. — **Les canaux de la planète Mars.**

TROUVELOT, de l'Observatoire de Meudon. — **La comète de Pons. — Ombres observées sur le Soleil. — La planète Mars en 1884. — Protubérances solaires de 460 000km.**

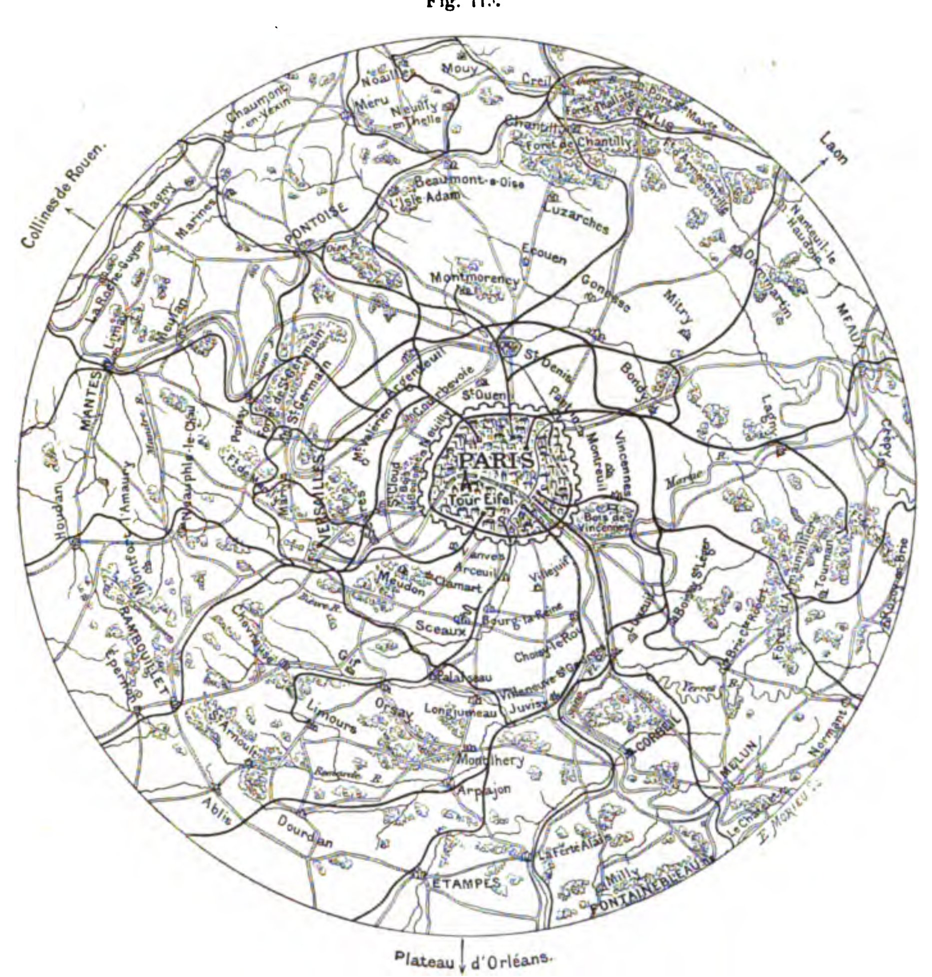
Les communications relatives à la rédaction doivent être adressées à **M. C. Flammarion,** *Directeur de la Revue,* **40, avenue de l'Observatoire, à Paris,** *ou* **à l'Observatoire de Juvisy ;** *ou bien* **à M. Gérigny,** *Secrétaire de la Rédaction,* **9, rue d'Alençon, à Paris.**



LA TOUR DE 300 MÈTRES.

Le splendide projet de l'érection d'une tour de 300 mètres de hauteur au sein de la capitale du monde moderne captive en ce moment l'attention de tous les esprits. La fête du centenaire de la grande date de 1789 serait une

Fig. 115.



Panorama de 60km de rayon, qui sera visible du haut de la tour de 300 mètres.

époque dignement choisie pour une telle œuvre, et l'exposition universelle qui se prépare serait un beau cadre pour son inauguration.

En vain les rois de l'antique Égypte ont légué à la postérité les colossales pyramides sous lesquelles ils espéraient voir reposer toujours leurs momies inviolées; en vain les siècles de ferveur religieuse ont élevé vers le ciel leurs flèches aériennes, leurs tours imposantes, leurs coupoles dominatrices; notre

grand dix-neuvième siècle, notre France émancipatrice des nations peuvent donner au monde le symbole d'une aspiration plus haute encore et faire surgir du sol de la Gaule un point d'exclamation dont le sommet se perdra dans les nues.

Tentative hardie s'il en fut, mais que les progrès de l'art industriel moderne permettent de concevoir et de réaliser. Au pied de cette tour, Notre-Dame n'est plus qu'une chapelle et l'Arc de l'Étoile semble une borne. Elle s'élève hardiment et coquettement vers le ciel, appuyée sur sa propre force et légère dans sa puissance. Nos aïeux les Gaulois ne craignaient rien, dit Pomponius Mela, sinon que le ciel tombe. Nos ancêtres de l'Asie avaient imaginé, si l'on en croit les légendes antiques, de monter jusqu'au ciel par la fameuse tour de Babel dont le voyageur retrouve encore aujourd'hui les spirales effondrées depuis soixante siècles. L'esprit moderne, dégagé de la matérialisation des choses, ne prétend plus ni soutenir la voûte du ciel ni l'atteindre; comme l'aérostat qui s'élève dans la lumière et dans la liberté, il sait qu'au delà de l'air impalpable et transparent s'étend à l'infini l'espace pur, plus impalpable et plus transparent encore; et s'il conçoit une tour superbe, ce n'est ni pour aller toucher le ciel, ni pour léguer à l'humanité un chimérique monument d'orgueil: c'est pour incarner en une œuvre élégante le symbole de ses aspirations, c'est pour enseigner au monde que la pensée laborieuse a aussi pour royaume la sphère de la contemplation, que les horizons du passé reculent à mesure qu'elle s'élève, et qu'au-dessus de Paris-Babylone peut désormais briller le phare de l'avenir.

Entièrement construite en fer, d'après le projet si remarquablement élucidé de M. Eiffel, — l'alchimiste moderne, pour lequel les métaux n'ont plus de secrets, — cette tour colossale s'élève, d'un seul jet, à 300^{m} au dessus de sa base. Pour juger de cette hauteur, rappelons comme comparaison les principales élévations atteintes jusqu'ici par les constructions humaines:

Colonne de la Bastille à Paris	47^{m}
Tours Notre-Dame à Paris	66
Sommet du Panthéon à Paris	77
Flèche de Notre-Dame à Paris	96
Flèche des Invalides à Paris	105
Saint-Pierre de Rome	132
Flèche de la cathédrale de Vienne	138
Clocher de la cathédrale de Strasbourg	142
Grande pyramide d'Egypte	146
Flèche de la cathédrale de Rouen	150
Flèche de la cathédrale de Cologne	159

On le voit, la tour projetée dépasserait d'un seul coup de près du double la hauteur la plus extrême obtenue jusqu'à ce jour. « Le fer seul, écrit à ce propos notre savant confrère M. Max de Nansouty, le fer seul peut dépasser ces

hauteurs; seul le métal peut supporter les réactions verticales de la construction et résister aux efforts de flexion résultant de l'action du vent, d'autant plus considérable qu'on s'élève davantage. Les piles métalliques qui ont été construites dans ces derniers temps atteignent couramment la hauteur de 60^{m} et, dans l'état actuel de l'art de l'ingénieur, il n'y a pas de difficultés très sérieuses à atteindre des hauteurs de 80 et même de 100^{m}; mais la question est tout autre avec la hauteur projetée de 300^{m}. Il se produit, dans l'étude détaillée de ce cas exceptionnel, des difficultés analogues à celles que l'on rencontrerait dans l'établissement d'un pont si l'on voulait passer d'une portée de 150^{m} à celle de 300^{m}. »

Toutes les études sont faites pour assurer la réalisation pratique de cette magnifique idée. M. Eiffel, les ingénieurs Nouguier et Kœchlin, l'architecte Sauvestre, sont de sûrs garants du succès : la coupole tournant sur l'eau de l'observatoire de Nice, laquelle surpasse en dimensions celle du Panthéon, la statue colossale de la Liberté éclairant le monde, créée par notre illustre ami Bartholdi et fondue dans les ateliers Eiffel, les ponts de fer du Douro et de Garabit, le viaduc de la Tarbes, jetés avec une si heureuse hardiesse sur d'immenses vallées, sont des œuvres préparatoires qui ne laissent aucun doute sur le succès.

Donnons une description sommaire de la construction.

La base mesure 125^{m} de diamètre; entre les quatre piliers énormes de cette base, l'ossature s'élève en forme de cintre, et l'on a ainsi sur chaque face un cintre de 70^{m} d'ouverture et de 40^{m} de hauteur à la clef de la voûte. Au-dessus de ces arcs gigantesques, l'ossature métallique est réunie en un immense carré, d'élégantes proportions architecturales, formant le premier étage de la tour, à 70^{m} au-dessus du sol, galerie vitrée de 15^{m} de largeur faisant le tour de la construction, d'une surface de 4200^{mc}, y compris les balcons.

De là, les montants continuent de s'élever en se rapprochant. Au deuxième étage, dont le plancher se trouve à 150^{m} au-dessus du sol, est une salle carrée, également vitrée, de 30^{m} de côté. Le troisième étage, de 15^{m} de côté, plane à 235^{m} de hauteur. Le sommet de la tour forme un quatrième étage, avec balcon extérieur, de 250^{mc} de surface, surmonté d'une coupole vitrée et dominant le tout à 300^{m} de hauteur. De là se découvrira le plus splendide des panoramas, sur une étendue de 120^{km} de diamètre. Il serait superflu d'ajouter que des ascenseurs desserviront ces divers étages.

De ce balcon aérien le spectacle sera merveilleux.

Le panorama de Paris, vu de cent mètres de hauteur, est de toute beauté. Plusieurs fois j'ai eu l'émouvant plaisir de l'admirer, de la nacelle du ballon qui s'envole dans les plaines bleues, à diverses heures du jour et de la nuit

et sous des éclairements différents. L'immense cité semble une carrière entourée d'une prairie sans fin. Amas de pierres malgré les oasis qui la parsèment et les monuments qui la décorent.

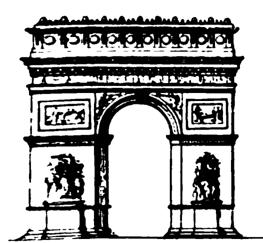
Déjà, à 300^m, nous planons au-dessus des tumultes d'en bas, qui nous arrivent comme le brouhaha d'un pandémonium, au-dessus de toutes ces agitations de fourmis pressées de mourir, et dans une atmosphère plus calme et plus pure en laquelle glisse la brise parfumée des champs et des bois. La grande capitale est bâtie au milieu de la plus verdoyante des campagnes. Tout autour d'elle s'étendent les bois, les prairies, les villas, sur les collines abaissées par notre hauteur dominante, en un tableau d'une merveilleuse coquetterie, dont l'horizon se perd en des lointains inaccessibles. Et à nos pieds règnent les dômes, les tours, les clochers, les hauts édifices dominant la surface moyenne des toits comme des navires sur la mer. Mais nous, nous régnons au-dessus de tous ces petits royaumes.

Géométriquement, l'horizon s'étend jusqu'à 60^{km} tout autour de nous; mais il n'en est pas de même pour la vue distincte, et ce serait une espérance déçue que de s'imaginer que de 300^m de hauteur on *voit* à 60^{km} de distance. Cette visibilité ne se produit qu'en des circonstances exceptionnelles, d'abord par une transparence d'atmosphère rarissime, ensuite en des conditions spéciales d'éclairement, soit au lever, soit au coucher du soleil; en général, l'horizon est perdu dans les brumes inférieures. L'une de mes plus anciennes observations de visibilité à de grandes distances date de mon enfance, de ma douzième année. J'étais alors écolier à Langres, et maintes fois, au lever du soleil, en hiver, j'ai dessiné la silhouette du Mont-Blanc se détachant en dos de chameau sur le fond lumineux du ciel oriental. Ce profil était si net et si précis que, lorsque je visitai les Alpes pour la première fois, je reconnus à première vue le Mont-Blanc d'après mes souvenirs d'enfance, quoique en arrivant vers Genève il se perde dans la masse des cimes alpestres dont plusieurs sont plus proches et paraissent aussi élevées. (On le distingue quelquefois aussi en été, deux heures avant le coucher du soleil, non plus sous forme de silhouette noire, mais sous l'aspect de nuage rose.) Or, la distance de Langres au Mont-Blanc est de 240^{km}. La visibilité du Mont-Blanc à cette distance est due à son élévation (4810^m) au-dessus de la courbure du globe terrestre, ainsi qu'à celle de Langres (480^m); mais elle ne se réalise qu'en des circonstances atmosphériques exceptionnelles. Il en sera de même dans les observations faites du haut de la tour de 300^m.

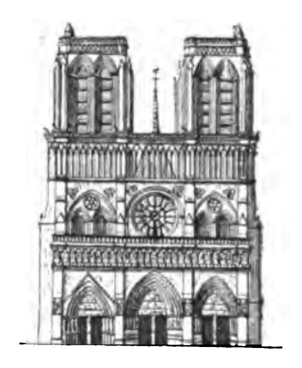
Cette visibilité à 240^{km} peut compter parmi les plus grandes que l'on connaisse. Signalons-en quelques-unes du même ordre :

De Nice, on distingue assez souvent à l'œil nu, le matin et le soir, les mon-

Fig. 116.







La tour de 300 mètres projetée par M. Eiffel

tagnes de la Corse, assez élevées au-dessus de l'horizon. La distance est de 200km.

De la mer Egée et même des rivages de l'Asie-Mineure, on aperçoit quelquefois le mont Athos, à un éloignement de 150km.

L'Espagne et l'Algérie viennent d'être reliées géodésiquement par un réseau de triangles dont les côtés mesurent jusqu'à 270km.

L'année dernière, l'île de la Réunion et l'île Maurice ont été rattachées entre elles par la télégraphie optique à travers une distance de 180km.

L'*Astronomie* a publié dans son dernier numéro (p. 349) un tableau de l'étendue de la visibilité pour diverses hauteurs [1].

Dans les conditions atmosphériques normales on pourra distinguer, du haut de la tour parisienne, les villes situées aux distances de Fontainebleau, Etampes, Rambouillet, Mantes, Pontoise, Chantilly, Meaux, Melun. De ces mêmes points on apercevra la tour, d'autant plus élevée au-dessus de l'horizon qu'on sera plus près de Paris. En des conditions spéciales et à l'aide d'instruments, on pourra transmettre ou recevoir des signaux pour de plus grandes distances, telles que les collines de Rouen, de Laon, du plateau d'Orléans ou peut-être même les montagnes de la Bourgogne.

Ce splendide projet a des ennemis, naturellement. D'abord, les gens timorés qui se souviennent de la tour de Babel, dignes descendants des porteurs de l'arche, et qui supposent encore qu'il est possible de tenter le ciel. Ensuite, les envieux de toutes les idées hardies et généreuses, dont les cerveaux de fourmis sont incapables de concevoir rien de grand et de sublime. Il y a aussi les êtres dits positifs, qui veulent l'utilité dans tout et qui s'imaginent que ni l'art ni la science n'auraient leur raison d'être s'ils n'étaient applicables à l'industrie ou à la richesse matérielle des hommes. Signalons encore, non des adversaires de parti pris, mais des partisans du projet qui néanmoins émettent certains doutes, craignent, entre autres, qu'un pareil monument

(1) Le projet des constructeurs est de construire cette tour, au Champ de Mars, soit au centre de l'Exposition, soit à l'entrée, soit sur les deux rives de la Seine, qui couleraient au-dessous de l'arche immense. Dans ce cas, le monument ne serait pas fort élevé au-dessus du niveau de la mer, car l'altitude de la plaine du Champ de Mars n'est que de 30m; la Seine n'a que 25m de pente de Paris à la mer. Si l'on pouvait bâtir la tour sur la colline de Passy, en arrière du Trocadéro, on gagnerait 30m, l'altitude de ces terrains étant de 60m. Ce serait évidemment préférable. Mais plusieurs raisons s'y opposent, paraît-il : 1° on tient à ce que le monument du centenaire de 1789 soit dans l'enceinte de l'Exposition; 2° la place convenable paraît manquer (cependant n'a-t-on pas le bois de la Muette?); 3° les fondations seraient moins sûres et beaucoup plus difficiles à établir, Les hauteurs de Montsouris et du quartier d'Italie sont à la même altitude. La colline de Montmartre, qui s'élève à 129m, serait encore préférable si l'on était sûr du sous-sol. Une pareille tour élevée là atteindrait 420m environ de hauteur absolue, au lieu de 330. Mais on paraît tenir essentiellement à l'emplacement de l'Exposition. C'est regrettable. Mais l'homme n'est-il pas esssentiellement imparfait ?

élevé au milieu de Paris n'écrase par sa colossale grandeur tous les édifices circonvoisins réduits à l'état de pygmées. Quant à la possibilité de sa construction en fer, les ingénieurs sont d'accord pour l'admettre.

L'objection de la colossale grandeur du monument n'est pas sans importance, et à ce titre il serait préférable de l'isoler sur les hauteurs de Montmartre, de Passy ou de Montsouris (l'Exposition de 1889 passera comme un nuage, tandis que la tour restera). Mais ce n'est point, comme on pourrait le croire, sa hauteur qui est à craindre à cet égard, c'est plutôt, nous semble-t-il, la puissance de sa base. En effet, cette base est, à elle seule, plus large et plus haute que Notre-Dame. Toutefois, sa forme cintrée, dont la clef de voûte atteint la hauteur de l'Arc de l'Étoile, et sa construction à jour enlèvent considérablement de l'aspect massif qu'elle pourrait offrir, et, en fait, cette base gigantesque elle-même est d'une remarquable élégance.

Quant à l'utilité de la tour, il peut paraître surprenant qu'on en parle même. Une telle préoccupation, d'ailleurs bien caractéristique de notre époque, rappelle le mot de ce géomètre qui, après avoir entendu la plus délicieuse mélodie et s'être laissé transporter un instant au pays des rêves, se réveilla pour s'écrier : « C'est fort beau, en vérité, mais qu'est-ce que cela prouve?... » On pourrait faire la même réflexion pour bien des choses. A quoi sert une belle statue? A quoi servez-vous, vous, les contradicteurs, les partisans les plus absolus de l'utilitarisme perpétuel? A quoi sert l'humanité tout entière? A quoi sert notre planète depuis les centaines de millions d'années qu'elle est sortie de la nébuleuse solaire? A qui et à quoi servent, pris en bloc, les quatorze cent millions d'humains qui s'agitent tout autour de notre globule? A quoi servent le parfum de la fleur, le chant de l'oiseau, le silence des soirs, la splendeur des nuits étoilées... Si la tour de 300 mètres est une belle œuvre d'art, digne d'illustrer Paris et la France, il est inutile de demander à quoi elle peut servir. Dans le cas contraire, il n'en faut point parler.

Pourtant, on peut contenter tout le monde.

Son élévation et la nature même de sa construction permettent de l'appliquer à des services importants.

Les premiers appartiennent à la science météorologique. La mesure de l'accroissement de la vitesse du vent avec la hauteur, commencée depuis longtemps, est loin d'être terminée : il y aura là une base d'opération capitale. La vérification de la loi de la décroissance barométrique pourra être faite avec une simplicité plus grande qu'en toute autre condition (montagnes ou ballons). La variation diurne et nocturne des températures de 0 à 300^{m} au-dessus du sol pourra être déterminée avec une précision jusqu'à présent inespérée. La mesure de l'épaisseur des brouillards et des brumes

ne sera pas sans intérêt : plus d'une fois, tandis que la grande cité tout entière sera ensevelie sous une couche de 200^m et plus de brouillard, le sommet de l'observatoire météorologique émergera, comme un phare au-dessus des flots, et alors les observateurs pourront être témoins des plus merveilleux effets de lumière et des plus brillants phénomènes d'optique atmosphérique.

Les nuages ne descendront probablement jamais jusque-là ; du moins n'en ai-je jamais rencontré d'aussi bas dans mes diverses excursions aéronautiques. Quelquefois peut-être, en de rares occurences, les nuages orageux pourront ne pas passer fort loin du sommet de ce paratonnerre gigantesque, et alors de précieuses études pourront être faites, indépendamment de celles qui seraient inscrites à l'ordre quotidien des observations d'électricité atmosphérique. En astronomie, plusieurs observations impossibles à faire en cas de brouillards inférieurs pourront être menées à bonne fin au sommet de la tour, telles que celles des étoiles filantes, des éclipses et des phénomènes passagers dont la constatation a été souvent interdite par l'arrivée non moins passagère d'un malencontreux brouillard. Quant aux études astronomiques de précision, il n'y faut pas songer, à cause de l'instabilité de la tour qui oscillera presque perpétuellement sous l'influence du vent, oscillation sans aucun danger d'ailleurs pour la solidité de ce monument de fer, naturellement (et heureusement) élastique.

Nous ne parlerons pas ici du poste d'observations stratégiques en cas d'un nouvel investissement de Paris : armés de lunettes de moyenne puissance, les officiers installés au sommet de la tour étendraient leur champ de vision au delà de tous les forts et pourraient, par la télégraphie optique, transmettre des ordres ou en recevoir.

Ces communications optiques pourraient être faites jusqu'à 100^{km} de distance avec des postes d'observation installés à des hauteurs convenables sur des collines lointaines.

Parmi les applications utiles, on ne peut s'empêcher de songer encore à l'établissement d'un phare électrique de puissante intensité, à la construction d'une lune artificielle assez lumineuse pour éclairer une partie de Paris comme un soleil nocturne planant à une grande hauteur et remplaçant le soleil disparu. Je ne sais si les progrès de la lumière électrique sont dès à présent assez avancés pour obtenir l'éclairement atmosphérique par la lumière diffuse.

Mais il serait superflu d'insister. L'idée de la tour de 300^m est une idée splendide. Il faut que notre fécond dix-neuvième siècle lègue à la postérité ce monument grandiose de sa gloire et de sa puissance.

Camille Flammarion.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE POUR PROTÉGER LA TOUR CONTRE LES ACCIDENTS DE LA FOUDRE.

La tour de 300^m pourra jouer le rôle d'un immense paratonnerre protégeant un très large espace autour d'elle, à condition que sa masse métallique soit en communication parfaite avec la couche aquifère du sous-sol par le moyen de conducteurs capables de débiter la quantité considérable de fluide électrique dont il y aura lieu d'assurer l'écoulement pendant les jours d'orage.

Grâce à ces précautions, l'intérieur de l'édifice, avec les personnes qui s'y trouveront abritées, sera absolument assuré contre tout accident pouvant provenir des coups de foudre fréquents qui frapperont infailliblement les parois de la tour à différentes hauteurs.

Pour réaliser la non-isolation de la tour dans les meilleures conditions, on noiera, dans la couche aquifère qui se rencontre à 7^m environ au-dessous du niveau moyen du sous-sol actuel du Champ de Mars, deux lignes de tuyaux de fonte de fer parallèles à deux faces opposées du soubassement de la tour.

Chacune de ces lignes de tuyaux aurait ainsi une longueur de 124^m, égale à la largeur d'embasement de la tour, ouverture comprise. Les tuyaux employés pourront utilement avoir un diamètre de 0^m,60; ils seront du genre de ceux qu'on emploie pour les conduites de gaz. Chacune de ces lignes de tuyaux sera mise en communication avec les parties métalliques basses de la tour, au moyen de câbles, de barres ou de lames de cuivre à grandes sections. Ces conducteurs émergeront du sol par des puits maçonnés de 1^m de diamètre au moins, et chemineront à découvert, le long de la maçonnerie des socles de la tour jusqu'aux pièces métalliques auxquelles ils se souderont en s'épanouissant de façon à multiplier les points de contact. Les puits permettront d'aller constater fréquemment l'état des soudures et des attaches des conducteurs de cuivre avec les tuyaux.

Quant à l'extérieur de l'édifice, il s'agira de protéger spécialement toutes les parties où le public pourra séjourner à l'air libre; ces parties sont les balcons qui régneront probablement autour de la tour, aux trois étages indiqués par son dessin d'élévation.

On obtiendra la protection nécessaire en plaçant d'abord des paratonnerres obliques à pointes de bonnes longueurs à chacun des quatre angles de chaque balcon. Ensuite on disposera le long des faces de ces balcons une série de paratonnerres à pointes ou d'aigrettes de dimensions appropriées et convenablement espacées.

On pourra mettre également au sommet de l'édicule culminant de la tour un paratonnerre vertical à pointe de hauteur modérée.

Il sera nécessaire que les travaux destinés à assurer la non-isolation de la tour soient entamés en même temps que ceux de fondation des socles, pour préserver les ouvriers de tous accidents de coups de foudre une fois que la construction aura atteint une certaine hauteur.

G. Berger, Mascart, Ed. Becquerel.

LA LATITUDE VARIE-T-ELLE?

La Conférence Géodésique internationale, tenue à Rome en octobre 1883, avait appelé l'attention des astronomes sur la question de la variabilité des latitudes. Un plan d'observations fut proposé à la Conférence par M. Fergola, astronome italien qui a fait une étude spéciale du sujet, et soumis à l'approbation d'un comité composé de MM. Villarceau, Backhuyzen, Cutts et Schiaparelli. Ce comité fit un rapport favorable.

D'après le plan de M. Fergola les variations de la latitude doivent être recherchées par des séries spéciales d'observations effectuées à l'aide d'excellents instruments de passage dans le premier vertical, sur une liste choisie d'étoiles. Un caractère important de ce plan, c'est que le travail doit être purement différentiel. Deux observatoires doivent y coopérer: par exemple l'un en Europe, l'autre en Amérique, et les stations doivent être choisies de manière que la différence de leurs latitudes soit petite. On a pensé qu'il valait mieux se borner à effectuer les observations dans des observatoires déjà établis, afin de faciliter le renouvellement de semblables séries d'observations dans une époque à venir. M. Fergola a choisi les stations suivantes :

Stations choisies.	Diff. de lat.	Diff. de long.
Cap de Bonne-Espérance. — Sydney..........	4'22"	8ʰ51ᵐ
Santiago. — Windsor (Australie)............	9 47	9 14
Rome. — Chicago	3 53	6 40
Naples. — New-York (Columbia College).....	6 22	5 53
Lisbonne. — Washington....................	11 7	4 31

En des stations semblables, les étoiles qui passent dans le voisinage du Zénith et qui sont les plus convenables pour la détermination de la latitude peuvent être observées par les deux astronomes presque à la même distance zénithale. Dans ces conditions, les variations de réfraction seront faibles, et, si les observations sont faites avec soin et habileté, en mettant à profit toutes les ressources de l'Astronomie moderne, la différence de latitude des deux stations devra être déterminée avec la plus haute précision. Si enfin les observations sont répétées après un intervalle de cinquante ans ou plus, la question de la variabilité des latitudes se trouvera soumise à un contrôle sévère.

La Conférence a également soulevé une vieille question qui a déjà fait une fois l'objet d'une longue discussion parmi les astronomes. Il y a deux siècles, l'idée que les latitudes subissaient des variations dans le cours de l'année était très communément répandue; mais les progrès de l'Astronomie, et la réduction complète des observations avec de meilleures tables de réfraction ont fait disparaître presque toutes les anomalies qui avaient été signalées autrefois; et peu à peu l'opinion générale est revenue à l'idée que les latitudes n'éprouvent pas de variations sensibles. Cependant, c'est là un résultat qui, *à priori*, ne semble peut-être pas probable. Ainsi, il pourrait se manifester des modifications géologiques

capables de changer la direction de la verticale d'une station; il pourrait aussi se produire un déplacement graduel ou séculaire dans la position de l'axe de rotation de la Terre à la suite d'un transport de grandes masses de matière soit à la surface, soit à l'intérieur de la Terre, et de pareils changements produiraient nécessairement des variations de latitudes. En réalité, c'est pour mettre en évidence les changements locaux que M. Fergola a choisi des stations présentant de grandes différences de longitude. Le tableau des latitudes publié il y a quelques années par cet astronome semble indiquer une variation séculaire dans les latitudes des observatoires de l'hémisphère boréal. Voici ce tableau :

Stations.	Dates.	Latitudes.
Washington	1845	+ 38°53'39",25
Washington	1863	38,78
Paris	1825	48 50 13,0
Paris	1853	11,2
Milan	1811	45 27 60,70
Milan	1871	59,19
Rome	1810	41 53 54,26
Rome	1866	54,09
Naples	1820	40 51 46,63
Naples	1871	45,41
Königsberg	1820	54 42 50,71
Königsberg	1843	50,56
Greenwich	1838	+ 51 28 38,43
Greenwich	1845	38,17
Greenwich	1856	37,92

On remarquera que toutes les latitudes données dans ce tableau présentent, sans aucune exception, une diminution qui se serait manifestée pendant la durée du siècle actuel. Mais ces variations sont petites, et dans la même période, il s'est produit de tels changements dans les instruments et les astronomes que les variations ainsi manifestées pourraient bien n'être qu'apparentes. Les recherches les plus complètes relatives à ce sujet sont celles de M. Nyrèn, de l'observatoire de Pulkowa. Dans ce travail, les observations ont toutes été faites à l'aide du même instrument et se présentent avec un remarquable caractère de haute précision. L'erreur probable de chaque détermination est de ± 0",2. Les résultats pour la latitude de Pulkowa sont les suivants :

Observateurs.	Dates.	Latitudes.
Peters	1843	+ 59°46'18",73 ± 0",013
Gylden	1866	18,65 ± 0,014
Nyrèn	1872	18,50 ± 0,014

Ici encore nous constatons une faible diminution de la latitude. Dans chacune des trois déterminations, les observations ont été si nombreuses que, vraisem-

blablement, les erreurs accidentelles se sont trouvées presque complètement éliminées. Ainsi, le nombre des déterminations de Peters est de 371, celui de Gylden, 236 et celui de Nyrèn 155; toutes ces déterminations proviennent d'observations de l'étoile polaire. Il peut sembler d'une critique exagérée de mettre en doute des résultats qui ont été déduits avec tant de soin et d'habileté, aussi bien, pour ce qui concerne les observations elles-mêmes que leur réduction. Pourtant, il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici de déterminations absolues de la latitude, que trois observateurs différents ont pris part à l'ensemble du travail et que la différence entre le résultat de Peters et celui de Nyrèn est seulement de 0",23. J'estime qu'un astronome expérimenté hésiterait à attribuer avec certitude cette différence à une véritable variation de la latitude. Cependant les résultats de ce travail viennent confirmer ceux de la table de M. Fergola. Il est donc utile d'examiner jusqu'à quel point les déterminations les plus récentes peuvent confirmer ou infirmer les conclusions précédentes. Une discussion récente et très complète a été entreprise au sujet de la latitude de l'observatoire de Greenwich par M. Christie, actuellement Astronome Royal d'Angleterre. Elle l'a conduit, d'après les observations de 1836 à 1879, aux valeurs suivantes de la latitude :

Dates.	Latitudes.
1836-1849	+ 51°28'38",15
1851-1865	38,13
1866-1879	38,17

Ces résultats n'indiquent aucune variation séculaire de la latitude de Greenwich. De même, une détermination de la latitude de Washington effectuée en 1883 donne

$$+ 38°53'38'',94,$$

et ce nombre encore ne fournit aucune preuve d'une variation de latitude. En présence de ces résultats négatifs, nous sommes obligés d'attendre des preuves plus formelles avant d'admettre que la latitude de l'observatoire de Pulkowa s'est réellement modifiée.

Pour ce qui concerne les variations périodiques de la latitude, il y a une raison théorique qui semble indiquer que de telles variations peuvent se produire. Si la Terre, à l'origine des choses, a reçu son double mouvement de rotation sur elle-même et de révolution autour du Soleil d'une impulsion unique, il faut que cette impulsion ait été dirigée suivant une ligne droite éloignée du centre de la Terre d'environ trente kilomètres. Il semble très peu probable que, dès le début, la Terre se soit mise à tourner autour d'un de ses axes principaux d'inertie. Pourtant l'invariabilité des latitudes observées montre que tel a dû être le cas, au moins à fort peu près, ou bien qu'une cause quelconque a progressivement agi sur la direction de l'axe instantané de rotation jusqu'à le faire sensiblement coïncider avec le plus petit des trois axes principaux d'inertie. Dans ces conditions, il paraît vraisemblable que la coïncidence n'est pas parfaite, et que l'axe instantané de rotation oscille autour de l'axe principal d'inertie, oscillation qui produit

nécessairement des changements périodiques dans la position du pôle. De pareils changements périodiques dépendent de la structure de la Terre et de la distribution de la matière à son intérieur. Ils sont par conséquent tout différents des influences de la précession et de la nutation, phénomènes produits par des forces perturbatrices extérieures, principalement par l'action du Soleil et de la Lune. La théorie des mouvements périodiques qui nous occupent actuellement a été donnée par Euler en 1765. La période de la variation des latitudes dépend des moments principaux d'inertie de la Terre, et les valeurs de ces moments sont connues approximativement : on peut les déduire des constantes de la précession et de la nutation fournies par les observations. On peut aisément tirer des équations d'Euler relatives au mouvement d'un solide invariable, une expression des variations périodiques de la latitude, en s'arrêtant au premier ordre d'approximation, ce qui est largement suffisant pour la comparaison avec les observations.

Soient A,B,C, les moments principaux d'inertie, et φ la latitude. Cette expression générale de la latitude sera :

$$\varphi = \varphi_0 + \rho \cos\left[\sqrt{\frac{(C-A)(C-B)}{AB}}\, nt + \xi\right]$$

où $\varphi_0 + \rho\cos\xi$ est la latitude à l'époque $t = 0$, n la vitesse angulaire de rotation de la Terre autour de son axe, ρ et ξ des constantes qu'il faudrait déduire des observations. L'expression placée sous le radical doit être positive, autrement le mouvement de rotation ne saurait être stable. Si l'on y substitue les valeurs numériques des moments d'inertie, l'expression de la latitude prend la forme suivante, l'année étant prise pour unité de temps :

$$\varphi = \varphi_0 + \rho\cos(431^\circ{,}0 \times t + \xi).$$

On en déduit facilement que l'axe instantané de rotation fait un tour complet autour de l'axe principal d'inertie en 365 jours.

Il nous faut alors examiner ce que les observations ont pu montrer relativement à cette variation périodique de la latitude. Les premières recherches faites avec soin sur ce sujet ont été effectuées par C.-A.-F. Peters, de Pulkowa, au moyen de la discussion de ses excellentes séries d'observations au cercle vertical d'Ertel. Les observations s'étendent sur une période de 13 mois, et, à la suite de leur discussion, Peters trouve pour 1842 :

$$\rho = 0'',079 \pm 0'',017.$$

Une discussion semblable a été faite par Nyrèn, d'après trois séries d'observations effectuées par Peters, Gyldèn et lui-même avec le même instrument, et les résultats sont :

$\rho = 0'',101 \pm 0'',014$,	Peters,	1842
$\rho = 0,125 \pm 0,020$,	Gylden,	1866
$\rho = 0,058 \pm 0,025$,	Nyrèn,	1872

Ces résultats sont très concordants, et il y a lieu de remarquer, comme une

garantie de précision de plus, que chaque série conduit à une valeur positive pour la parallaxe annuelle de l'étoile polaire, et donne une valeur de la constante d'aberration qui s'accorde avec les meilleures déterminations. Un travail analogue entrepris par M. A.-M.-W. Downing, au sujet de la latitude de Greenwich, sur les observations effectuées pendant les dix années 1868-77 donne :

$$\rho = \pm 0'',075 \pm 0'',015.$$

Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces résultats, c'est d'abord la petitesse de ρ qui est le maximum de la variation de latitude, et ensuite le fait que, dans chaque détermination, la valeur de ρ est de quatre à huit fois plus grande que celle de son erreur probable. On est porté à conclure de cette relation l'existence véritable de ρ : mais il y a lieu de considérer avec soin la forme des équations de condition. Celles-ci contiennent les deux quantités inconnues

$$x = \rho \cos\xi$$

et

$$y = \rho \sin\xi$$

La solution nous donnera :

$$\rho \cos\xi = \pm m$$
$$\rho \sin\xi = \pm n,$$

et, d'après la forme de ces équations, ρ sera toujours une quantité réelle et positive. Les petites valeurs de ρ montrent que les variations de latitude sont aussi très petites, et c'est d'après les valeurs de ξ que nous pourrons le mieux juger si les résultats sont véritablement concordants et dignes de nous amener à une conclusion probable. Or, en réduisant les valeurs de ξ à une même époque, on trouve que l'accord n'est pas satisfaisant. Nous sommes donc en droit de conclure que ces investigations n'indiquent nullement avec certitude l'existence d'une variation de la latitude dépendant d'une période de 305 jours.

D'après ce qui précède, on voit que les observations ne fournissent aucune preuve de la variabilité des latitudes, et les différences signalées semblent devoir être attribuées à d'autres causes de petites variations qui peuvent dépendre des saisons. Peut-être quelques-unes de ces différences proviennent-elles des tables de réfraction usitées communément, et qui sont les mêmes pour toute la surface de la Terre. Il est possible que pour obtenir les meilleures déterminations absolues des distances zénithales des astres, il soit nécessaire d'étudier spécialement la question des réfractions dans chaque observatoire (¹). La méthode d'observations proposée par M. Fergola semble présenter ce grand avantage sur toutes celles qui ont été employées jusqu'ici, qu'elle ne comporte que des déterminations purement différentielles. Mais il est évident que, même dans ce cas, les

(¹) Il n'est pas rare de voir exagérer la précision avec laquelle les latitudes sont connues. Il suffit de se reporter aux éphémérides ordinaires pour y constater des différences supérieures à celles qu'on devrait atteindre d'après la valeur de l'erreur probable. Ainsi les latitudes de Greenwich données dans le *Berliner Jahrbuch* et dans l'*American Ephemeris* diffèrent de 0'',3.

observations devront être effectuées avec le plus grand soin, et qu'il faudra tenir compte de toutes les circonstances capables d'avoir une influence quelconque sur le résultat, si l'on veut arriver à mettre en évidence des changements de latitude qui, dans tous les cas, ne sauraient être que très petits.

ASAPH. HALL.
Observatoire naval de Washington.

COMMENT JE ME SUIS CONSTRUIT UN TÉLESCOPE.

Personne n'ignore, aujourd'hui, les grands et rapides progrès que l'Astronomie pratique a accomplis depuis quelques années. Ces progrès sont dus à deux causes qui, bien que distinctes, dépendent cependant l'une de l'autre, savoir : les nombreuses publications vraiment populaires ayant trait à cette science, qui ont vu le jour dans ces derniers temps, et qui ont répandu des notions exactes et précises, encourageant ainsi tout le monde à l'étude des sciences, ensuite le perfectionnement des instruments d'optique et les prix abordables auxquels ils peuvent être livrés aujourd'hui, en conséquence de l'accroissement de la demande.

Cependant, malgré cet abaissement de prix, les bons instruments sont encore loin d'être à la portée des moyens ordinaires, et il n'y a pas à douter que beaucoup de personnes possédant les qualités voulues pour se servir utilement d'une lunette astronomique ou d'un télescope, y renoncent à cause de son prix encore trop élevé, surtout si elles désirent posséder un instrument qui soit assez puissant et assez parfait pour ne pas souffrir dans sa comparaison avec ceux qui sont généralement employés dans les observatoires.

Il est vrai qu'on ne peut pas s'attendre à voir un bon télescope descendre à un prix vulgaire. Sa construction délicate et complexe suppose chez son constructeur des capacités supérieures qui auront toujours leur valeur. Mais il y a un moyen de diminuer considérablement ce prix : c'est de monter soi-même son instrument. Ayant réussi dans cette entreprise, et me servant depuis plus de quinze ans d'un télescope que j'ai organisé moi-même, et qui, je crois pouvoir le dire, a fait ses preuves dans des observations d'une extrême délicatesse, je crois devoir accéder au désir de M. le Directeur de *L'Astronomie*, toujours prêt à aider et à encourager les chercheurs du vrai, du beau et du bien, en décrivant ici simplement comment je me suis construit un TÉLESCOPE.

J'ai commencé d'abord par me procurer les deux miroirs en verre argenté, et pour cela je me suis adressé à un opticien de premier ordre qui en garantissait la perfection et indiquait quelles étoiles doubles je pouvais m'attendre à séparer. C'est une condition essentielle, avant de se mettre à l'œuvre, d'être moralement certain que la partie optique de l'instrument qu'on se propose de monter, ne laisse rien à désirer, parce que dans le cas où l'on n'obtiendrait pas tout de suite

le résultat promis, ce qui a lieu la plupart du temps, on sera au moins certain que la faute se trouve ailleurs que dans les miroirs. Si l'on peut vérifier soi-même la valeur des miroirs avant d'en faire l'acquisition, c'est encore mieux. Mais pour cela il faut déjà avoir beaucoup d'expérience et un œil bien exercé, conditions qu'un novice ne possède jamais, quelle que soit, d'ailleurs, l'excellence de sa vue.

Quelque variées que puissent être les montures des télescopes, on peut, cependant, les réduire à deux systèmes : ou l'axe qui porte le télescope est perpendiculaire à l'horizon, et alors il faut se servir de deux mouvements pour suivre un astre quelconque dans son mouvement diurne : c'est la monture azimutale (elle a quelques avantages, mais beaucoup d'inconvénients) ; ou bien cet axe est parallèle à l'axe du monde, et alors au moyen d'un seul mouvement le télescope peut suivre une étoile depuis son lever jusqu'à son coucher : c'est la monture équatoriale, et elle a bien d'autres avantages que celui qui vient d'être mentionné, surtout si l'on a soin d'y adjoindre les cercles gradués qui en sont l'accompagnement nécessaire. Ayant fait l'expérience de l'une et de l'autre de ces montures, je n'hésite pas à conseiller la dernière, tant pour la satisfaction de l'observateur que pour l'utilité de ses observations.

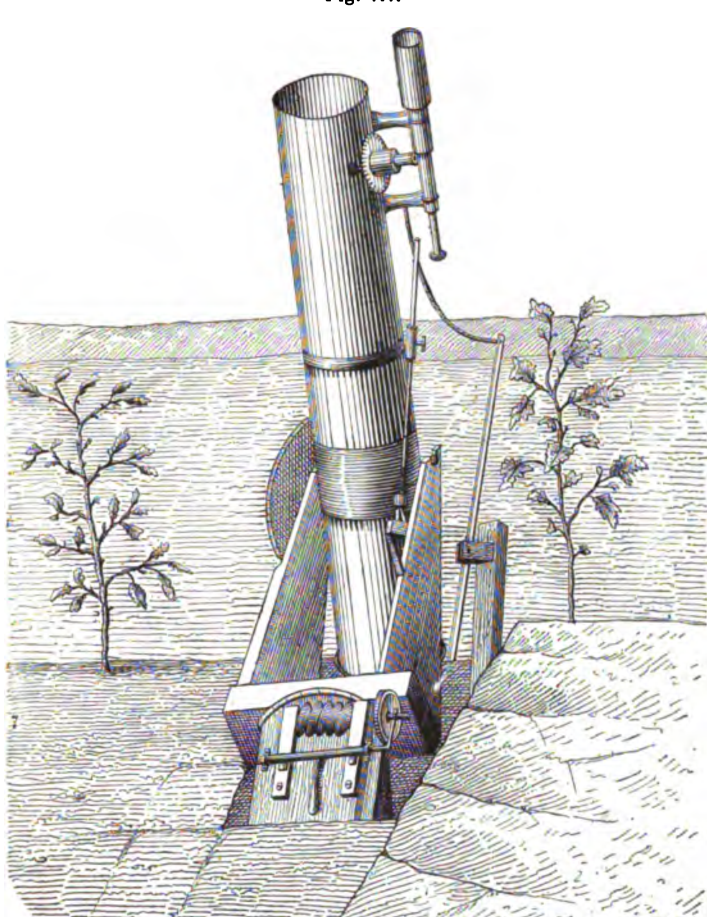
La monture de mon télescope se compose de trois parties : le tube et son contenu, le montant qui porte le tube, et le pied qui porte le tout. Les deux premières parties sont mobiles et séparables, ce qui en rend le transport facile lorsqu'on n'a pas un observatoire couvert, la troisième partie est fixe, c'est le pied, et je le décrirai le premier.

I.

Le pied est tout simplement un bout de poutre carrée en cœur de chêne, ayant $0^m,25$ de côté et long d'environ $1^m,50$. Cette poutre est solidement fixée dans la terre, presque dans toute sa longueur, dans la direction du méridien, et inclinée à la hauteur du pôle. Pour la rendre bien stable, j'ai fait reposer le bout supérieur sur un gros bloc de pierre placé au niveau du sol. La section supérieure est coupée à angle droit et, au milieu, j'ai creusé un trou carré de $0^m,15$ de côté et de $0^m,025$ de profondeur. Au centre de ce trou en est un autre, rond, et dont la profondeur est égale à la portion de l'axe qui porte le télescope qui doit l'occuper, mais un peu plus grand, afin que l'axe puisse avoir un certain jeu dans tous les sens. Une petite planche en cœur de chêne, carrée mais un peu plus petite que le trou carré du pied, est percée à son centre d'un trou rond muni d'une douille en cuivre et est destinée à recevoir la partie supérieure de l'axe. Une autre douille, également en cuivre, est aussi fixée au fond du trou du pied. De cette manière le télescope a un mouvement en ascension droite très doux, ce qui est de toute nécessité. Quand le télescope est bien ajusté, la planche carrée est maintenue en place à l'Est et à l'Ouest par deux vis de pression qui travaillent dans le pied. Pour l'ajuster exactement à la hauteur du pôle je me

sers de petites lames de tôle, de zinc, ou même de bandes de papier que j'interpose entre la planchette et le côté du carré du pied situé au Nord. Sur le côté sud du pied et à la hauteur convenable est la vis sans fin qui s'engrène ou se

Fig. 117.



Télescope équatorial monté dans un jardin.

désengrène à volonté, au moyen d'un simple levier, avec la roue dentée dont je vais parler.

II.

La seconde partie de la monture se compose d'un plateau, de deux montants et de la roue dentée en fonte.

Le plateau est aussi en chêne, long de 0m,47 large de 0m,25 et épais de 0m,06. A chaque bout et à la distance voulue entre elles, afin que le tube du télescope y

passe aisément, j'ai creusé deux mortaises destinées à recevoir les tenons taillés dans les montants. Ceux-ci doivent être encastrés très solidement et à angle droit. Ils sont de plus fermement tenus en place par de longues et fortes vis à bois vissées en dessous du plateau. Il est nécessaire de faire les montants assez épais à leur base pour qu'ils aient un fort épaulement, parce que dans certaines circonstances, soit l'un soit l'autre, ils doivent pouvoir supporter tout le poids du tube, sans fléchir. Ces montants doivent être assez hauts pour que le télescope puisse se mouvoir en déclinaison de l'équateur au pôle.

La roue dentée a $0^m,33$ de diamètre. Elle est solidement montée sur son axe en fer battu et tourné. La partie inférieure de cet axe descend dans le pied fixé en terre et sa partie supérieure, après avoir passé dans la roue dentée, traverse le centre du plateau où une rondelle et un fort écrou fixent l'axe et sa roue au-dessous du plateau.

III.

Le tube est en tôle, sa longueur est de $1^m,70$ avec un diamètre de $0^m,26$. Le grand miroir n'ayant que $0^m,216$ de diamètre, un espace de $0^m,045$ reste non seulement pour le barillet, mais encore parce que, si j'en crois l'expérience de quelques observateurs, il paraîtrait qu'un miroir fonctionne mieux quand son tube est plus grand de quelques centimètres que le diamètre du miroir. Le tube est muni d'un manchon en tôle, et ce dernier porte deux tourillons, un de chaque côté, qui fonctionnent dans deux rainures ménagées au haut des montants. Le tube entre dans son manchon à frottement un peu dur, et celui-ci est retenu en place au moyen d'une vis de pression. Il est bon, cependant, que le frottement du tube dans le manchon ne soit pas trop dur, afin de pouvoir tourner le tube sur son axe, ce qui est très avantageux à cause de certaines positions que l'oculaire peut prendre avec une monture équatoriale.

A sa partie inférieure le tube est fermé avec un couvercle qui se met et s'ôte à volonté. Ce couvercle doit entrer dans le tube à frottement doux, mais sans le moindre jeu. Il est retenu en place par trois petites vis qui passent en même temps à travers les côtés du tube et les côtés du couvercle.

Le barillet du grand miroir. Nous arrivons ici à la partie la plus difficile pour l'amateur qui veut lui-même monter son télescope. Il est souvent arrivé qu'un excellent miroir n'a donné aucune satisfaction parce que son barillet était défectueux. A voir la forme massive de ces miroirs, on croirait qu'il faut exercer une grande pression sur eux pour leur faire subir la moindre flexion. La vérité est, cependant, qu'ils peuvent fléchir sous l'effet de leur propre poids. Cela se voit tout de suite quand on s'en sert sur une étoile avec un fort grossissement. Il est donc urgent que le grand miroir soit uniformément soutenu dans son barillet, et surtout qu'il n'y soit pas trop serré.

Je ne parlerai pas ici des barillets en métal. Pour l'amateur, ce qui convient le mieux, c'est un barillet en bois bien sec. Le mien est en noyer. C'est un simple

anneau fait au tour, ayant 0^m,005 de plus en profondeur que le miroir n'est épais, et environ 0^m,002 de plus en diamètre. Quant à son diamètre extérieur on le fera un peu plus petit que celui de l'intérieur du couvercle, dans lequel il devra être placé. Le fond du barillet doit être préparé avec un soin tout particulier, de manière à éviter toute inégalité de surface. Si sa surface n'est pas parfaitement plane, il se produira quelque flexion et la définition du miroir sera défectueuse. Il est très difficile de dresser parfaitement une surface même aussi petite que celle du fond du barillet. Voici comment on pourra diminuer une partie de ces difficultés. Toute la surface n'étant pas absolument nécessaire, on en divisera le rayon en quatre parties égales et l'on abaissera, au tour, la partie centrale et la partie extérieure. Il restera alors une zone moyenne dont la surface pourra encore être diminuée en y traçant quelques filets concentriques. Il ne restera donc plus à dresser que quelques zones élevées, ce que l'on fera aisément en frottant la planche sur une surface plane avec du sable fin, exactement comme on dresse une pierre lithographique. La planche ainsi dressée et bien nettoyée sera solidement vissée sur l'un des côtés du barillet. On placera ensuite, au fond, deux ou trois couches de flanelle bien fine et d'un tissu très égal, sur lesquelles on fera reposer le miroir. On pourrait s'épargner tous les soins à donner à la préparation du fond en interposant simplement entre ce fond et le dessous du miroir, un coussin à air d'un diamètre un peu plus petit que celui du miroir. Le miroir ainsi placé a un petit jeu latéralement. On remplira ce vide avec des bandes de papier un peu fort jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de jeu; mais il faut prendre garde de ne pas faire entrer le papier par force, parce qu'alors le miroir se trouvant serré ne fonctionnerait plus bien. On ne saurait trop prendre de précautions à cet égard. Si, d'un autre côté, on laisse du jeu au miroir, il ne sera jamais bien ajusté et ne pourra pas produire tout son effet. Il ne reste plus maintenant qu'à fixer le miroir dans son barillet, ce que l'on fera au moyen d'un fil de cuivre soudé aux deux bouts, dont on l'encadrera, et que l'on fera tenir en place au moyen de trois doigts placés à égale distance, vissés sur le dessus du barillet.

Manière d'assujettir le barillet au couvercle. — Le barillet ne doit pas être assujetti d'une manière fixe au couvercle, mais il faut lui ménager divers mouvements afin de pouvoir ajuster le miroir.

On obtient ce résultat au moyen de trois vis-tubes et de trois broches en fil de fer qui passent aisément dans les vis-tubes et qui ont à un bout une tête plate et à l'autre un pas de vis avec écrou. On perce le fond du couvercle à trois points équidistants et l'on y trace un pas de vis. C'est là que les vis-tubes travailleront. Naturellement, si le fond du couvercle n'est pas assez épais, on rivera une rondelle d'une épaisseur convenable aux endroits voulus. On perce également le fond du barillet à des endroits qui correspondent exactement aux vis-tubes du couvercle, et l'on encastre les tiges de fil de fer dans le fond du barillet, de manière à ce que les tiges passent exactement dans les vis-tubes. Ces tiges devront dépasser les vis-tubes d'environ 0^m,2 ou 0^m,3. On y mettra une petite rondelle et l'on y vissera l'écrou. Il faudra également mettre une rondelle entre la planche

et le bout de la vis-tube. Le miroir se trouvera ainsi fixé dans les conditions voulues : les vis-tubes le poussent en avant et les tiges serrées au moyen de leurs écrous le tirent en arrière et le maintiennent parfaitement rigide sans produire aucune flexion sur le fond du barillet, parce que les deux forces contraires agissent sur le même point. On fera bien, cependant, si le miroir est un peu grand, de soulager le travail de ces vis, en disposant trois autres vis autour du tube du télescope, à la hauteur du barillet et sur lesquelles ce dernier reposera.

Comment on monte le petit miroir. — Ce miroir est de forme elliptique. Il est destiné à réfléchir les rayons qui viennent du grand miroir dans l'oculaire placé à angle droit par rapport à l'axe du tube. Il doit donc être monté en conséquence. Pour faire son barillet, on tournera un morceau de bois bien sec, à un diamètre égal à celui du petit diamètre du miroir. Sur ce rouleau on fera un tube avec une feuille de cuivre assez mince et que l'on joindra solidement, soit en le brasant, soit en en rivant les bords. Il ne faut pas se contenter d'une simple soudure, de peur d'accidents. On coupe ensuite le petit tube et son rouleau à un angle de 45° et l'on fait un petit rebord à l'intérieur du tube pour y retenir le miroir. Le petit rouleau en bois est ensuite appliqué derrière le petit miroir et vissé en place au moyen de deux petites vis placées à deux côtés opposés du tube. On donne ensuite au tube et à son rouleau une longueur égale à un tiers de plus que le grand diamètre du miroir, et on les coupe à angle droit. On visse ensuite, exactement au centre du rouleau, une tige en cuivre ayant un pas de vis dans toute sa longueur, avec un écrou. On fait deux rondelles en feuille de cuivre, d'un diamètre égal à celui du petit tube avec un trou au centre, dans lequel passe la tige en cuivre. On fera une troisième rondelle en cuivre exactement comme les deux précédentes, mais épaisse d'environ $0^m,005$. Près du bord, on percera trois petits trous, à égale distance, dans lesquels on tracera un pas de vis. Trois vis d'environ $0^m,04$ de long se visseront aisément dans ces trous. Tout près des trous de la rondelle on fera une petite fente au moyen d'une scie fine, et dans chacune de ces fentes on soudera solidement un bout de fort ressort de montre qui servira à suspendre le petit miroir au centre du tube du télescope. A leurs bouts opposés ces ressorts seront rivés solidement à un bout de tige ayant un pas de vis et un écrou. Ces tiges passeront dans des trous correspondants faits dans le tube du télescope à la hauteur voulue et se visseront en dehors du tube. Si tous ces détails sont parfaitement observés on verra que le petit miroir, quand il est monté, a cinq mouvements différents et qui sont tous nécessaires si l'on veut avoir un ajustement parfait : trois au moyen des vis qui sont derrière, un sur son axe qui l'éloigne ou le rapproche du grand miroir, et enfin un cinquième autour de son axe. L'écrou central sert à fixer le miroir quand il est en parfait ajustement.

Le tube de l'oculaire peut être fait en bois et vissé au télescope à la place voulue et qui sera déterminée par la longueur du foyer du grand miroir. Ce foyer, après sa réflexion sur le petit miroir, doit arriver à environ $0^m,01$ en dehors du tube de l'oculaire.

IV.

Nous avons vu que le télescope se meut en déclinaison sur ses deux tourillons. Voici comment il est soutenu dans les diverses positions qu'il doit prendre. Un tube en cuivre, long d'environ $0^m,65$ et de $0^m,01$ de diamètre a, à l'un de ses bouts, un pas de vis assez fin dans lequel s'engage une vis d'environ $0^m,15$ de longueur destinée à donner le mouvement lent en ascension droite. Cette vis est fixée d'un côté à un bras qui projette en avant du montant situé à l'Est, et on lui ménage deux mouvements, l'un sur son axe et l'autre en déclinaison. On introduit cette vis dans le tube. Celui-ci, à son tour, passe dans un autre petit tube rivé, soit au tube du télescope à la hauteur voulue, soit, ce qui vaut beaucoup mieux, à une bande de tôle en forme de manchon et qui peut se mouvoir à volonté. La rivure doit permettre au petit tube de se mouvoir dans le sens de la déclinaison. Au moyen d'une vis de pression on peut fixer le télescope à la hauteur que l'on veut.

J'ai dit, plus haut, que les cercles gradués sont indispensables à toute monture équatoriale. Voici comment on peut faire soi-même des cercles en cuivre suffisamment exacts, à la condition que leurs diamètres sont indéterminés à l'avance. On prend une roulette à canneler, la plus fine possible, que l'on passe, une seule fois, avec une pression suffisante sur une bande en cuivre préparée à l'avance. On calcule la valeur de chaque division, on marque les degrés, et de dix en dix degrés on frappe les chiffres convenables. On rive ensuite les deux bouts et l'on monte ce cercle soit sur un disque en bois soit sur une roue faite exprès. J'ai fait mon cercle en déclinaison avec une roulette qui divise le millimètre en trois parties; chaque division représente six minutes d'arc, mais avec le mouvement lent en déclinaison dont j'ai parlé plus haut, je puis aisément arriver à la minute, ce qui est tout à fait suffisant pour un amateur. Avec cette graduation un vernier n'est pas nécessaire; on court moins de risques de faire des erreurs, et la lecture se fait plus promptement. Naturellement, on devra se servir d'une loupe.

J'ai dû, cependant, faire mon cercle horaire au moyen d'une machine que j'ai montée exprès, parce que le diamètre était déterminé d'avance; sans cela, je me serais servi de la roulette à canneler. Il est divisé de deux en deux minutes de temps.

V.

Le télescope ainsi monté a produit les plus heureux résultats, tant pour l'observation de la Lune que pour celle des planètes et des étoiles doubles, visibles et invisibles à l'œil nu, et souvent pendant le jour, même en plein soleil, pour certaines étoiles trop brillantes dans la nuit. Je suis persuadé qu'il n'est pas un amateur astronome, digne de posséder un bon instrument, qui ne puisse faire beaucoup mieux que je n'ai fait moi-même; car, en construisant ma monture équatoriale, je marchais pour ainsi dire à l'aventure, tandis qu'en suivant les directions que je viens de donner l'amateur astronome a son chemin tout tracé et est certain d'arriver au but.

Ce télescope, de $0^m,216$ de diamètre et de $1^m,65$ de distance focale, supporte des grossissements de 100 à 600 fois en moyenne; mais en des circonstances favorables, j'ai pu les porter jusqu'à 1000 fois à l'aide de la lentille Barlow. J'ai dédoublé et mesuré des couples d'étoiles serrées jusqu'à $0'',4$ et j'en ai observé d'autres serrées jusqu'à $0'',25$. Enfin j'ai découvert un grand nombre de nouvelles rainures dans la topographie lunaire. Pourtant, cet excellent télescope équatorial, fabriqué par moi-même, ne m'a coûté, en tout, que cinq cents francs environ.

Si les télescopes à verre argenté présentent quelques désavantages quand on les compare avec de bonnes lunettes, il ne faut pas oublier qu'ils ont aussi leur bon côté. D'abord, cet instrument d'études ne coûte guère que le dixième de ce que coûte une lunette d'égale force et d'égale excellence. On peut observer la voûte céleste, surtout le zénith, parfaitement à l'aise, car alors l'observateur est tout simplement debout et regarde droit devant lui. Enfin, il est parfaitement achromatique et donne la vraie couleur des étoiles. D'un autre côté, il faut souvent veiller sur l'ajustement des miroirs, mais ceci n'est que l'affaire d'un instant quand on y est un peu habitué. Enfin il faut l'argenter à peu près tous les trois ans. C'est là, dans l'opinion de plusieurs, son plus grand défaut. Mon expérience est que l'argenture des miroirs est une chose simple et que je vois approcher sans le moindre souci l'époque où cette opération devra avoir lieu. Argenté le matin, le télescope est tout à fait prêt le soir.

C. M. GAUDIBERT.
Observateur à Vaison (Vaucluse).

PHOTOGRAPHIE LUNAIRE

DANS LES INSTRUMENTS DE MOYENNE PUISSANCE.

Sans avoir la prétention d'obtenir des résultats dignes de rivaliser avec ceux de Rutherfurd, de Warren de la Rue, des frères Henry, etc., les amateurs peuvent cependant se procurer le grand plaisir de faire eux-mêmes de bonnes photographies célestes.

Sans doute, le diamètre de la Lune est bien petit, projeté sur une glace dépolie, et des objectifs d'un long foyer sont nécessaires pour obtenir une image de quelques centimètres seulement. On peut dire qu'en moyenne le diamètre lunaire, sur le cliché, est égal à un centième $(\frac{1}{100})$ du foyer. Un objectif de 2^m de foyer donnera une lune de $0^m,02$; un foyer de $0^m,60$, une lune de $0^m,006$. L'équatorial de $0^m,38$ de l'Observatoire de Paris donne des photographies où le disque lunaire mesure $0^m,08$; son foyer est de 8^m.

Mais l'intensité de la lumière décroît avec la longueur du foyer, car l'ouverture de l'objectif n'augmente pas proportionnellement à cette longueur, dans les lunettes astronomiques; la même remarque s'applique aux miroirs des télescopes.

Aussi, les photographies lunaires n'ont guère été faites, jusqu'en ces derniers temps, qu'avec des instruments équatoriaux, munis d'un régulateur isochrone,

modifié de façon à tenir compte du mouvement propre rapide de la Lune. La pose, dans ces conditions, peut varier suivant la nature de la couche sensible.

Depuis la découverte du procédé au gélatinobromure d'argent, plusieurs amateurs ont prouvé qu'avec une lunette immobile, on peut obtenir en une fraction de seconde des images satisfaisantes de notre satellite. (Exemples : M. Fenet, à Beauvais; M. Blot, à Clermont; M. Baër, à Caen; M. Lihou, à Marseille.) Seulement, l'opération donne lieu à des tâtonnements, car les objectifs des lunettes ne sont pas achromatisés pour les rayons chimiques; les détails, très nets pour l'œil sur la glace dépolie, ne le sont plus pour la gélatine.

De plus, l'adaptation d'une chambre noire spéciale est chose délicate, toutes les lunettes ne s'y prêtent pas facilement. Si l'on veut augmenter le diamètre de l'image par un oculaire et photographier la Lune par projection, la lumière diminue beaucoup et la difficulté de réussir augmente.

C'est ainsi que j'ai été amené à diriger vers la Lune un *appareil photographique ordinaire;* le pied seul doit être changé, car il est bon de n'opérer que lorsque la hauteur de l'astre est suffisante pour que sa lumière soit parfaitement dégagée des brumes de l'horizon. Le moyen le plus simple de donner à l'appareil l'inclinaison convenable consiste à l'attacher solidement sur une table rectangulaire qu'on peut dresser à volonté sur un appui.

En adoptant un diamètre lunaire de $2000''$ ($33'20'' = 16'40'' \times 2$), ce qui est à peu près son maximum, le passage au méridien exigera environ 133 secondes. La Lune se déplace de :

$1'',0$ en $0^s,066$	$0'',03$ en $0^s,02$	$0'',6$ en $0^s,04$

La Lune ayant un diamètre réel de 3478^{km}, 1^{km} des parties centrales du disque emploie à passer $0^s,038$; 1^{km} lunaire, vu de la Terre, mesure $0'',573$; $1''$ des parties centrales de la Lune vaut donc $1^{km},719$.

Par suite, pendant une pose de un cinquantième de seconde ($0^s,02$), leur déplacement est d'un peu plus de 500^m; une pose deux fois plus longue les déplace d'un peu plus de 1^{km}.

Si le disque lunaire mesure 10^{mm} sur la couche sensible, 1^{km} y mesurera $0^{mm},00288$.

On voit ainsi qu'il est possible d'obtenir des clichés satisfaisants de la Lune sans mouvement d'horlogerie. Ces clichés, s'ils sont bons, peuvent être agrandis quatre ou cinq fois sans cesser d'être nets. Les conditions indispensables à la réussite sont une pose rigoureuse, aussi courte que possible; — un objectif très pur; — la Lune à plus de 40° de hauteur dans un ciel clair; — une atmosphère calme; une couche de gélatine bien homogène et d'une grande sensibilité. Le nombre de détails augmente avec l'ouverture de l'objectif, la longueur du foyer et l'étroitesse du diaphragme, qui doit être maintenu assez large pour que la pose ne dépasse pas un vingtième de seconde.

Une pose très courte favorise la netteté du cliché, car l'atmosphère, surtout

quand elle est calme, peut être considérée comme restant homogène pendant la minime fraction de seconde que dure la pose.

L'objectif employé aux essais de photographie astronomique est un aplanétique de 81mm; son foyer est de 0m,55; il donne des images de la Lune mesurant environ 6mm. Agrandies huit fois, ces images permettent de distinguer la forme des principales mers, quelques bandes de Tycho, Grimaldi, Copernic, Aristarque, Képler, Ménélas. Cliché obtenu en $\frac{1}{25}$ de seconde, objectif muni d'un diaphragme de 38mm et d'un obturateur pneumatique à double volet. Plusieurs images ont été prises sur la même plaque, dans le châssis d'une chambre noire ordinaire.

A toute ouverture, la pose, pour la pleine Lune, doit être inférieure à un cinquantième de seconde. L'objectif peut être dédoublé, afin d'obtenir une image deux fois plus grande, avec une pose encore très courte. Dans ce cas, il est bon de se servir d'un diaphragme moyen.

Il est donc facile, grâce au gélatinobromure, de reproduire les phases d'une éclipse de Lune (la pose, dans ce cas, est un peu plus longue à cause de la pénombre). On peut même, sans mouvement d'horlogerie, prendre une image des étoiles brillantes et des rapprochements des grandes planètes et de la Lune.

La photographie astronomique, ainsi comprise, n'a pas la prétention de produire des clichés comparables aux épreuves magnifiques fournies par les objectifs et les miroirs soumis au mouvement d'un régulateur isochrone. Mais ses résultats sont précieux pour tous les amateurs de la plus belle des sciences, qui peuvent conserver un souvenir fidèle de quelques-uns des phénomènes dont l'étude leur est chère.

G. TRAMBLAY.
Observateur à Orange.

Note de la rédaction. En même temps que cette étude de notre savant correspondant, nous recevions de M. Baër, observateur à Caen, une série analogue de belles photographies lunaires obtenues à l'aide d'un objectif de 135mm dont les deux lentilles étaient séparées à 8mm. Parmi ces photographies on doit signaler celle de l'appulse de λ des Gémeaux prise le 20 avril, à 10h45m, en une demi-seconde, sans mouvement d'horlogerie. Les images de la Lune ont, sans grossissement, 19mm de diamètre et sont d'une netteté remarquable. Les clichés donnent de très belles images agrandies dans les appareils de projection de Molteni. MM. Fenet, à Beauvais; Blot, à Clermont; Lihou, à Marseille, obtiennent couramment d'excellentes épreuves. On doit voir avec bonheur cette application de la photographie à l'Astronomie populaire; elle contribuera certainement pour une grande part à faire toucher du doigt ces merveilles si longtemps inaccessibles et à répandre le goût de la Science en même temps que ses bienfaits intellectuels.

LA
PÉRIODICITÉ UNDÉCENNALE DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES.

Les recherches de Lamont, Sabine, Wolf et Gautier nous ont montré que les taches solaires et la *déclinaison* magnétique ont même période, c'est-à-dire que les époques de plus grande variation de l'aiguille aimantée coïncident avec les phases de plus grande activité solaire.

Jusqu'à ce jour, on n'a pas encore établi de relation bien nette entre les phénomènes solaires et les autres éléments du magnétisme terrestre, quoique l'existence d'une telle relation soit considérée comme fort probable par beaucoup de savants. Cela tient sans doute au manque de documents sur ce sujet, car, malgré les nombreux observatoires magnétiques, les recueils complets et s'étendant à grand nombre d'années font défaut.

Il n'y a guère que les publications de l'Observatoire de Saint-Pétersbourg qui embrassent un espace de près de onze ans, pour *tous* les éléments du magnétisme terrestre.

M. Liznar a établi des moyennes d'après les chiffres de cet observatoire. Ces nombres, que nous reproduisons d'après la revue *Sirius*, tranchent pour la première fois la question en faveur de l'affirmative.

VARIATIONS DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES.

ANNÉES.	DÉCLINAISON.	INTENSITÉ horizontale.	INTENSITÉ verticale.	INTENSITÉ totale.	INCLINAISON.
1870	2′,77	13,6	11,4	10,8	1′,00
1871	—	—	—	—	—
1872	—	—	—	—	—
1873	2,44	9,3	8,7	9,4	0,64
1874	2,10	7,9	8,1	8,6	0,53
1875	1,70	6,3	4,9	5,5	0,40
1876	1,63	5,8	4,6	5,2	0,39
1877	1,54	6,3	3,5	4,6	0,39
1878	1,53	4,7	2,3	3,1	0,27
1879	1,55	5,3	2,3	3,3	0,31
1880	1,75	6,8	4,5	5,3	0,43
1881	2,03	8,2	4,8	5,8	0,51
1882	2,00	8,7	7,2	8,6	0,54

Les variations de la déclinaison et de l'inclinaison sont indiquées en minutes; celles de l'intensité en unités de Gauss (du quatrième ordre décimal).

Ces chiffres nous font constater que *tous* les éléments du magnétisme terrestre suivent les variations périodiques des taches du Soleil. La coïncidence est très-nette, malgré le peu d'étendue des observations.

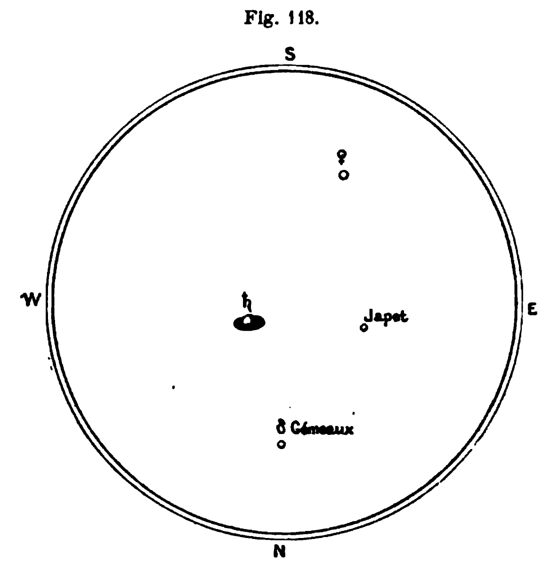
C. Detaille.

NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

Vénus, Saturne et δ Gémeaux dans le même champ d'une lunette, le 9 août 1886. — Le 9 août, à 4ʰ du matin, j'ai observé le rapprochement de Vénus, Saturne et δ Gémeaux annoncé dans la *Revue*. La figure ci-dessous représente la position des trois astres vus avec une lunette de 81ᵐᵐ d'ouverture, un champ de 42' et un grossissement de 80 fois. La définition était très bonne. Avec 120 fois de grossissement je dédoublais l'anneau de Saturne.

Japet, le satellite le plus éloigné, se distinguait facilement. Il est arrivé le

Fig. 118.



Vénus, Saturne et δ Gémeaux dans le même champ d'une lunette.

13 août à sa plus grande distance à l'est de la planète, à 64 rayons du centre de Saturne.

Vénus brillait d'un éclat splendide, même éblouissant. L'effet des trois astres dans le même champ d'une lunette était vraiment admirable.

A. Gunziger,
à St-Mandé.

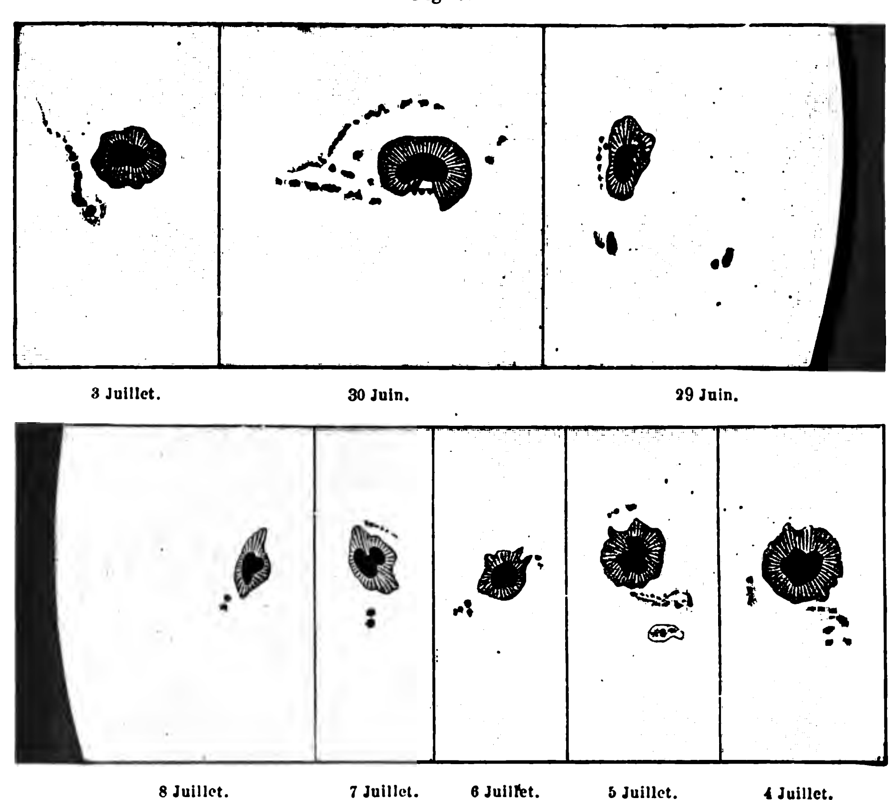
La même observation a été faite, de Marseille, par MM. Bruguière, Léotard et Marius Codde, qui ont ponctuellement suivi cette remarquable rencontre céleste. Elle a été également faite à Madrid, par M. Valderrama. Vénus brillait comme un diamant étincelant; Saturne était d'un jaune terne et pâle.

Belle tache solaire visible à l'œil nu. — La rédaction de l'*Astronomie* a reçu un grand nombre d'observations sur la magnifique tache qui a traversé le disque solaire du 28 juin au 9 juillet dernier. Signalons surtout, parmi ces observations, celles de MM. Gunziger, à St-Mandé; Schmoll, à Paris; Léotard, à Marseille; Jacquot, au Hâvre; Guillaume, à Péronnas; Duménil, à Yébleron; Groudet,

à Genève. Nous publierons ici celles de M. Gunziger, faites chaque jour vers 7h du matin.

Parmi les grandes taches qui ont pu être observées à l'œil nu, depuis le commencement de l'année, et qui ont excité un intérêt général par leurs changements

Fig. 119.



Tache solaire remarquable observée du 29 juin au 8 juillet.

remarquables, je dois citer la tache apparue le 28 juin, sur le bord oriental du Soleil.

Elle était parfaitement visible à l'œil nu, les 29 et 30 juin, les 1er, 2, 3, 4, 5 et 6 juillet.

L'instrument qui a servi à l'observation, est une lunette de 77mm d'ouverture libre et pourvue d'un grossissement de 120 fois.

Le 28 juin, à 7h du matin. Temps moyen de Paris, de grosses facules éblouissantes l'entouraient et s'étendaient loin le long du limbe solaire, vers les deux pôles.

Le 29 juin, 7h du matin. La tache était accompagnée de deux petites, qui la suivaient sur tout le parcours, en subissant elles-mêmes des changements.

Ces deux centres d'actions étaient séparés par une masse photosphérique éclatante, qui s'étendait toujours jusque sur le bord du disque solaire. La pénombre

de la grande tache était traversée par une ligne oblique de petites taches.

Le 30 juin, 7h du matin. La tache était plus arrondie. Sur le côté méridional la masse faculaire descendait jusqu'au noyau, et la pénombre était supprimée. Cependant, on y remarquait un filet noir composé d'un grand nombre de petits points.

A l'occident de la tache, la surface solaire était bouleversée par une formation étrange et difficile à reproduire par le dessin.

Le 3 juillet, 7h du matin. La tache était ronde, on remarquait à l'occident un un long filet, comme le 30 juin, ressemblant à un chapelet et composé d'une multitude de petites taches, diminuant en étendue vers le nord.

La tache se trouvait alors presque sur le méridien central de l'astre du jour, vers la latitude — 13°.

Le 4 juillet, 7h du matin. Du filet noir observé la veille, il ne restait que la partie méridionale, la tache elle-même avait gagné en étendue.

Le 5 juillet, 6h40m du matin. Les petites taches se trouvaient plus serrées: au sud de la tache, il s'était formé un nouveau centre d'action, composé de trois petites taches.

Le 6 juillet, 7h10m du matin. Je voyais, à ma grande surprise, dans la partie nord, deux rainures sorties de la pénombre et entrées dans la masse compacte faculaire, qui l'entourait. (L'occidentale était un peu plus longue que l'orientale). Elles la traversaient à moitié et se terminaient en une pointe extrêmement fine.

On aurait dit que la facule était coupée en cet endroit par l'éruption de la pénombre. 30 minutes plus tard, il ne restait plus que la rainure occidentale.

Le 7 juillet, 7h30m du matin. Je ne distinguais plus rien de cette étrange formation. La tache était très allongée. Du nord et du sud les molécules lumineuses paraissaient s'avancer par-dessus le noyau central, pour former un pont.

Le 8 juillet, 6h38m matin. La tache était près du bord oriental, entourée d'énormes et vives protubérances, comme à son apparition sur le disque solaire.

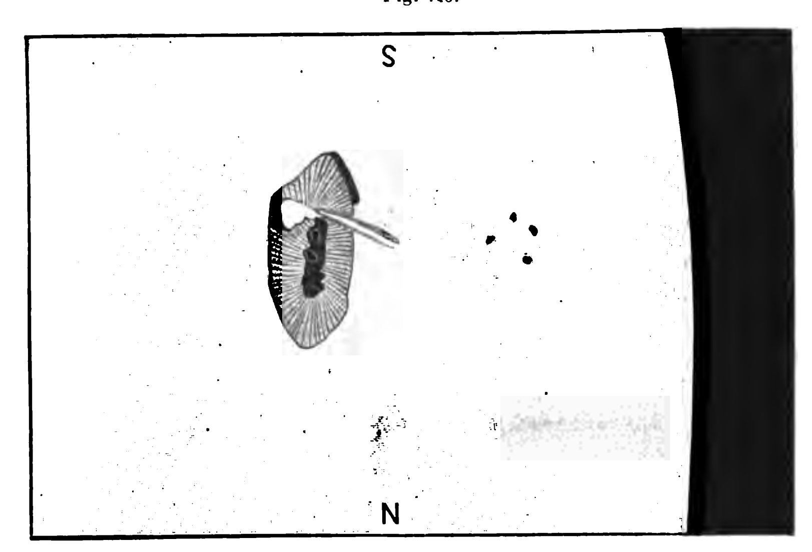
A. GUNZIGER.

Ombres observées sur une tache solaire. — Le 10 septembre, à midi 35m (heure du lieu), j'observais le Soleil avec une lunette de 0m67 (grossissement : 150 fois), lorsque j'aperçus, à ma grande surprise, un phénomène extraordinaire qu'offrait une énorme tache située dans la région orientale du disque, non loin du bord. A l'ouest du noyau et presque en contact avec lui, se distinguait un objet très brillant qui produisait une ombre bien visible sur la pénombre de la tache. Cet objet avait une forme presque circulaire et, de sa partie orientale, s'élançait un rayon lumineux qui traversait la tache au sud du noyau, en formant une ombre sur la pénombre, et qui allait se perdre sur l'énorme masse de facules qui entouraient l'extrémité orientale de la tache. A l'extrémité sud-est de la même tache, on apercevait une autre ombre plus visible que les précédentes et qui avait exactement la même forme que la pénombre de la tache en ce point.

Seraient-ce des facules situées sur la pénombre et y faisant tache, ou bien des

matériaux solaires flottant dans la photosphère après avoir été rejetés par une éruption formidable? Je crois que le noyau situé sur la pénombre de la tache et suivi d'un long rayon lumineux, n'est autre chose que de la matière solaire flottant au-dessus de la tache, en admettant que celle-ci se soit formée subitement dans l'espace d'un jour. Par contre, l'ombre observée à l'extrémité de la tache serait produite par des masses faculaires qui obscurciraient la pénombre. Le dessin

Fig. 120.



Ombres observées sur une tache solaire.

qui accompagne cette note, fait par moi avec le plus grand soin, représente bien ce phénomène, un des plus curieux que puisse offrir l'astre du jour.

Juan VALDERRAMA.
Observateur à Madrid.

Essaim de Corpuscules passant devant le Soleil. — Le 7 mai, par un ciel très pur (chaleur accablante), avec un léger courant d'air N.-O. dans les couches supérieures de l'atmosphère, j'ai vu passer devant le Soleil (*vers* $1^h\ 10^m$) et sans discontinuer pendant les 10 à 15 minutes que je l'observai par projection, de *nombreux Corpuscules* couleur *grise*, de forme rondes dont très peu de nets, et ceux-là seuls, ayant une couleur noire bien définie.

Ils suivaient tous une direction du N.-O. au S.-O. sans être absolument parallèles entre eux. Tous passaient avec la *même rapidité*

Ces corpuscules devaient s'étendre sur une aire supérieure au disque solaire, car j'en ai observé de part et d'autre du Soleil, qui apparaissaient sous l'aspect de petits globes lumineux en passant à proximité de l'astre.

Sur le Soleil, ils passaient toujours plusieurs à la fois, 3, 4 ; et se succédaient avec une grande rapidité. J'en ai compté une trentaine dans l'espace de quelques secondes. A l'observation directe, je n'ai rien pu distinguer. Ces corps devaient être trop petits pour la puissance de la petite lunette.

Le 24 de ce mois, j'ai observé deux de ces corpuscules. L'un est passé sur le Soleil ; l'autre à côté, en devenant toujours lumineux sur un certain parcours.

Les trajectoires suivies étaient voisines du N.-O. au S.-O.

J'attire de nouveau l'attention sur ces Corpuscules. Leur vitesse constante indique qu'ils voyagent tous pour une même cause et dans un même milieu.

Maurice Jacquot,
au Hâvre.

Autre passage de corpuscules devant le Soleil le 30 août 1886. — *Observations par projections et Observations directes.*

Commencement des observations du Soleil à 1^h10^m, fin des observations du Soleil 1^h50^m.

1. *Observations par projections.* — Jumelle marine 57^{mm} d'objectif.

A Première observation de 1^h10^m à 1^h17^m, j'ai compté 25 corpuscules en 7^{min}.

B Deuxième observation de 1^h44^m à 1^h49^m, j'ai compté 17 corpuscules en 5^{min}.

Soit 42 corpuscules en 12^{min}.

Ce qui nous donne une moyenne de 3.5 corpuscules par minute.

2. *Observations directes.* — Lunette de 68^{mm}, oculaire terrestre.

C Première observation de 1^h20^m à 1^h26^m, j'ai compté 23 corpuscules en 6^{min}.

D Deuxième observation de 1^h30^m à 1^h34^m, j'ai compté 17 corpuscules en 4^{min}.

Soit 40 corpuscules en 10^{min}.

Ce qui nous donne une moyenne de 4 corpuscules par minute.

Observations par projections et directes, j'ai donc compté 82 corpuscules en 22^{min}, et la *moyenne générale* devient 3,727 corpuscules par minute.

La moyenne du thermomètre était dans le milieu du jour 27°, chaleur accablante. Pas de vent.

Le Baromètre était à 761^{mm}.

Angle de 20° à 30° avec la ligne des Pôles :

1° Direction des corps, du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est, et du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest ;

2° Le plus grand nombre des corpuscules était visible sur l'hémisphère occidental ; (ils *allaient* du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est) ;

3° Les corpuscules passaient sur une étendue en largeur supérieure à celle du Soleil ;

4° *Tous* avaient la *même vitesse* et suivaient des *chemins absolument droits* :

5° Les trajectoires de ces corps étaient en général parallèles entre elles, pour tous ceux qui avaient la même direction ;

6° Les *quelques* corps allant du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest faisaient avec les précédents un angle d'environ 40° à 50° ;

7° La grosseur de ces corps était variable, mais sur l'écran, ils étaient tous confus, bien que l'image solaire fut bien au point ;

8° Avec un grossissement de 150 fois environ, avec une lunette de 68^{mm}, je n'ai rien vu de précis. — Il n'y avait pas assez de lumière ;

9° Les corpuscules cessaient d'être lumineuses à une distance du Soleil, équivalente à *celle de leur apparition*.

A l'Observation par projections, on pouvait parfaitement suivre tout le chemin parcouru par ces petits corps, car, avant de passer sur le Soleil (sur lequel ils produisaient une petite tache grise ronde) de même qu'à leur sortie, ils étaient lumineux.

Au contraire, à l'Observation directe (à moins que le corps fut très gros, et alors il était visible à son passage sur le Soleil, comme une petite boule confuse), les corpuscules n'étaient visibles qu'avant et après leur sortie sur le disque.

Quand ils passaient à droite ou à gauche (et c'est là qu'on les observait le mieux), ils étaient visibles, lumineux, sur tout leur parcours. L'aspect confus qu'avaient les gros corps visibles directement sur le Soleil, et la disparition des petits à leur passage sur l'astre, indiquent bien que la lunette n'était pas au point pour *eux*.

Je ferai remarquer que, pour m'édifier sur la valeur de mes notes, j'ai fait quatre observations séparées de deux modes différents, et, en les relevant, je me suis aperçu avec plaisir que les résultats concordaient parfaitement entre eux.

Malheureusement mes occupations m'ont forcé à abandonner le Soleil à $1^h 50^m$, ce qui m'a empêché d'observer le phénomène en entier.

J'ai assisté au plus gracieux feu d'artifice qu'on puisse imaginer.

Ces jolies petites boules brillantes, apparaissant subitement sur le fond d'azur des cieux, et passant à côté du Soleil, ou disparaissant à leur passage sur le disque lumineux pour reparaître ensuite, ou encore visibles sur tout leur parcours sous différents aspects, donnaient au tableau quelque chose de féerique et de vivant.

Voilà trois années de suite que j'observe un semblable passage de corpuscules plus ou moins important au mois d'août.

En 1883, MM. Bruguière, à Marseille, et Brouilla, au Mexique, ont fait une semblable observation.

Il est vrai que le même phénomène s'est produit dans d'autres mois, mais jamais avec tant d'intensité; aussi n'y aurait-il pas témérité à demander si ces corps peuvent appartenir à une zone concentrique de bolides de différentes grosseurs circulant entre nous et le Soleil, le long d'une zone analogue à celle des petites planètes entre Mars et Jupiter.

MAURICE JACQUOT,
Observateur au Hâvre.

Remarque. — L'examen attentif des circonstances de cette curieuse observation conduit à penser qu'il s'agit là, non de corpuscules cosmiques, bolides ou uranolithes, mais bien plutôt de passages d'oiseaux. Le 8 août dernier, M. Léotard a fait à Marseille une observation analogue qui conduit à la même conclusion. La voici :

Même sujet. — Le 8 août 1886, de $5^h 30^m$ à $5^h 50^m$ matin. Le soleil apparait au-

dessous de l'horizon. Je l'observe avec la lunette de 108^{mm} (grossissement : 100 fois) lorsque je remarque quelques points noirs traversant le disque.

Peu après, j'en observe quelques autres encore, soit isolés, soit groupés. Ils traversent le disque en des temps variables, de 2^s, 3^s environ, selon, probablement, leurs distances respectives à moi.

J'ai vu aussi une vingtaine de ces points noirs et n'hésite pas à les attribuer à des oiseaux. En effet, sur plusieurs, j'ai remarqué deux appendices latéraux représentant, dans ce cas, les ailes ; le Soleil, par sa position à l'horizon, devait, en effet, multiplier ces passages dans l'épaisse couche atmosphérique que je pouvais ainsi observer.

JACQUES LÉOTARD.
Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

La vue humaine et les instruments d'astronomie. — Il nous semble qu'on ne tient pas assez compte, en général, des différences de vues dans les estimations relatives à la portée des instruments et à leur puissance de visibilité. Des vues excellentes seront aptes à faire, dans les mêmes instruments, armés des mêmes oculaires, des observations fort supérieures à celles qui seront faites par des vues médiocres. Maintes fois nous avons été frappé, dans les envois de nos correspondants, de la valeur de certaines observations faites à l'aide d'instruments modestes, mais peut-être jamais autant que par les suivantes.

A l'aide d'une lunette de 95^{mm}, M. Guiot, à Soissons, a fait les dessins de Vénus et Mars publiés ci-dessous. Les deux premières montrent une profonde

Fig. 121.



Vénus, le 22 décembre à $3^h 35^m$ soir.

Fig. 122.



Vénus, le 30 décembre à 4^h soir.

échancrure dans la corne australe du croissant de Vénus; peut-être cette échancrure est-elle exagérée; mais l'auteur n'en a pas moins vu fort nettement le terminateur. Le second dessin montre une tache allongée. L'un et l'autre ont été faits en plein soleil, à l'heure du passage de Vénus au méridien. L'auteur pouvait suivre la planète à l'œil nu à partir de 1^h de l'après-midi.

Malgré le grand éloignement de Mars, l'observateur a pu faire les deux petits

dessins (*fig.* 123 et 124) sur lesquels on peut reconnaître la tache polaire boréale (actuellement tournée vers la Terre); « sur le premier, du 23 décembre à 4^h du matin, on reconnaît, dit l'auteur, la mer de Sablier, et la mer Flammarion, plus sombre, et, en bas, la mer Delambre; le 9 janvier, à minuit moins cinq, j'ai dis-

Fig. 123.

Mars, le 23 décembre à 4^h du matin.

Fig. 124.



Mars, le 9 janvier à $11^h 55^m$ du soir.

tingué d'autres taches, mais plus difficilement, et je n'ai pu sûrement les identifier. »

« Depuis le commencement de décembre, je suis tous les matins *à l'œil nu* la marche *d'Uranus* au Sud-Ouest de γ de la Vierge, mais loin de Jupiter.

« Le 30 janvier dernier, à $7^h 20^m$ du matin, j'ai nettement dédoublé Antarès.

« *L'occultation d'Aldébaran*, du 16 janvier à $8^h 9^m$, a duré $1^h 8^m$ à Soissons. J'ai observé, pendant l'occultation, le golfe des Iris, les cratères Gassendi, Aristarque et Hérodote : on voyait admirablement la rainure qui part d'Aristarque pour se diriger en demi-cercle vers les montagnes d'Hérodote. »

On voit que les personnes douées d'une bonne vue peuvent faire d'excellentes observations à l'aide de petites lunettes.

La Comète Fabry, que nous avons observée au-dessus de l'horizon de Paris jusqu'au 27 avril dernier (voir l'*Astronomie*, 1886, p. 191 et 229), a été suivie dans sa traversée de l'équateur céleste et dans son cours austral par un grand nombre de nos lecteurs de l'hémisphère austral, notamment par MM. du Buisson à la Réunion, Beltramo à Montevideo, Lorenzo Kropp à Paysandu (Uruguay), etc. depuis le 27 avril jusqu'à la fin de juin. Pendant cette période, la Comète a traversé les constellations du Taureau, d'Orion, du Grand Chien, du Navire, se rapprochant de plus en plus du pôle austral. Elle a été visible à l'œil nu du 15 avril au 20 mai. Du 26 avril au 1er mai, son éclat total a été à peu près celui d'une étoile de 3e grandeur.

Les positions ont été prises dans les principaux observatoires de l'hémisphère austral, notamment par M. Cruls à Rio-Janeiro, Gill au cap de Bonne-Espérance, Gould à Cordoba.

Occultation de Jupiter. — L'occultation du 16 avril dernier a été observée en Australie par M. A.-B. Biggs, qui s'est principalement occupé de comparer la

lumière de la planète à celle de notre satellite. La différence a paru très faible, Jupiter étant seulement un peu moins lumineux. L'observateur s'attendait à trouver une plus grande différence, étant donné que Jupiter reçoit 27 fois moins de lumière solaire que la Lune.

Photographies d'éclairs. — A propos des photographies directes d'éclairs publiés par la *Revue*, l'un de nos lecteurs rappelle que, d'après les expériences de Wheastone, la durée d'un éclair ne doit pas surpasser $\frac{1}{24000}$ de seconde!

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 OCTOBRE AU 15 NOVEMBRE 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Il faut se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de la *Revue*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles*, pour une étude détaillée du Ciel étoilé pendant cette période de l'année, ainsi que pour l'observation des étoiles multiples, des amas et des nébuleuses.

Le magnifique cortège des constellations qui se montrent vers le milieu de l'automne est visible dès 7^h du soir. Profiter des nuits encore tièdes d'octobre et du commencement de novembre pour étudier à loisir les merveilles célestes.

Mercure, *Cérès*, *Pallas*, *Junon*, *Saturne* et *Neptune* sont observables le soir; *Vénus*, *Vesta*, *Jupiter* et *Uranus*, le matin.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

Soleil. — La durée des jours continue à diminuer rapidement du 15 octobre au 15 novembre. Cette décroissance atteint une valeur de 49^m le matin et de 51^m le soir, soit une diminution totale de $1^h 40^m$.

En même temps, le midi moyen a lieu environ 16^m après le passage du Soleil au méridien de chaque observatoire. Comme conséquence, la longueur de la *matinée* l'emporte de plus d'une demi-heure sur la longueur de la *soirée*.

Le Soleil continue à s'éloigner de l'équateur. Sa déclinaison australe est de 8°36′ au 15 octobre et de 18°33′ au 15 novembre. Il en résulte que, les rayons solaires nous arrivant plus obliquement, les quantités de chaleur et de lumière que nous recevons vont en diminuant constamment, et que la mauvaise saison s'avance très vite, malgré la courte période de beaux jours qui survient au début de novembre, surtout vers le 11 de ce mois, et qui est connue depuis longtemps sous le nom d'*Été de la Saint-Martin*.

A partir de 5^h du matin, la *Lumière Zodiacale* est toujours facile à reconnaître, dans le ciel de l'Orient.

Lune. — C'est dans le voisinage du *Dernier Quartier* d'octobre et du *Premier*

Quartier de novembre, que le disque lunaire se trouvera dans les meilleures conditions pour l'étude si captivante des cratères et des mers.

Grande marée dans les ports de la Manche les 28 et 29 octobre. Dans nos ports, les grandes marées suivent d'un jour et demi la Nouvelle et la Pleine Lune.

PHASES...	DQ le 20 octobre, à 2^h50^m soir.	PQ le 3 novembre, à 5^h15^m soir.
	NL le 27 » à 7 25 matin.	PL le 11 » à 7 16 »

Occultations et appulses visibles à Paris.

La période qui s'étend du 15 octobre au 15 novembre présente un nombre d'occultations et appulses exceptionnellement considérable, car il n'y aura pas moins de 12 occultations et 4 appulses. Les soirées les plus remarquables seront celles des 16 octobre, 7 et 12 novembre.

1° θ^2 TAUREAU (4° grandeur), le 16 octobre, de 6^h56^m à 7^h43^m du soir. La seconde composante de cette belle étoile double est occultée la première : elle disparaît derrière le disque de la Lune, au point le plus oriental et reparaît en un point situé à 38° au-dessous et à droite du point le plus au nord.

2° θ^1 TAUREAU (4° grandeur), le 16 octobre, de 7^h3^m à 7^h35^m du soir. Les deux composantes sont éloignées de 5′37″. La première composante disparaît la dernière pour reparaître la première. Cela tient à ce que θ^1 se trouve la plus au nord du disque. L'étoile s'éteint derrière le disque lunaire, en un point situé à 27° au-dessus du point le plus à l'Est, et se rallume en un autre point placé à 2° au-dessous et à droite du point le plus septentrional.

A Paris, le commencement du phénomène ne pourra être vu parce que la Lune se lève ce soir-là à 7^h24^m du soir.

3° 81 TAUREAU (6° grandeur), le 16 octobre, de 7^h43^m à 8^h23^m du soir. Comme l'indique la *fig.* 125 la disparition a lieu en un point situé à 22° au-dessus et à gauche du point le plus bas et la réapparition en un autre point situé à 13° au-dessous du point le plus occidental.

4° B. A. C. 1391 (5° grandeur), le 16 octobre, à 8^h12^m du soir, simple appulse. L'étoile ne fera que frôler le disque de la Lune, à la faible distance de 3′,9 du bord et en un point situé à 28° à gauche et au-dessous du point le plus élevé. A Greenwich, il y aura simple appulse également, tandis qu'il y aura occultation dans le sud-ouest de la France.

5° ALDÉBARAN, le 16 octobre, à 10^h45^m du soir, simple appulse, à 4′,1 du bord de la Lune. L'étoile ne fera que passer tout auprès du disque de notre satellite, en un point situé à 27° à gauche et au-dessous du point le plus septentrional.

Une intéressante occultation pourra être étudiée dans le centre et le sud de la France ainsi que dans le sud-ouest de l'Europe.

6° 111 TAUREAU (5,5 grandeur), le 17 octobre, de 7^h29^m à 8^h19^m du soir. Le commencement du phénomène ne pourra être vu à Paris, puisque la Lune se lève à 8^h6^m ce soir-là. La disparition a lieu en un point situé à 29° au-dessous du point le plus oriental du disque lunaire et la réapparition en un autre point situé à 27° au-dessus du point le plus occidental.

7° *d* SAGITTAIRE (5,5 grandeur), le 1er novembre, à 5^h30^m du soir, simple appulse à 4′ du bord lunaire. L'étoile ne fera que passer auprès d'un point situé à 20° à droite et au-dessous du point le plus au Nord. Occultation dans le sud de la France et dans la péninsule ibérique.

8° 4 BALEINE (6° grandeur), le 7 novembre, de 5^h53^m à 6^h34^m du soir. La disparition de l'étoile aura lieu à 21° au-dessus et à gauche du point le plus au sud et la réappa-

rition dans la même partie du disque de la Lune, en un point situé à 30° au-dessus du point le plus bas.

9° ξ Baleine (6° grandeur), le 7 novembre, de 6^h11^m à 7^h6^m du soir. L'étoile s'éteindra dans la partie inférieure du disque de la Lune, en un point situé à 40° à gauche et au-dessus du point le plus bas, et se rallumera en un autre point situé à 42° au-dessus et à droite du point le plus méridional.

10° B. A. C. 5 (5,5 grandeur), le 7 novembre, de 6^h32^m à 7^h52^m du soir. Ainsi que l'indique la *fig.* 126 la disparition a lieu à gauche du disque de la Lune, en un point situé à 8° au-dessous du point le plus oriental, et la réapparition en un autre point situé à 19° au-dessous du point le plus occidental.

11° ν Poissons (5° grandeur), le 9 novembre, de 6^h11^m à 7^h15^m du soir. L'étoile dispa-

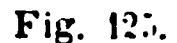
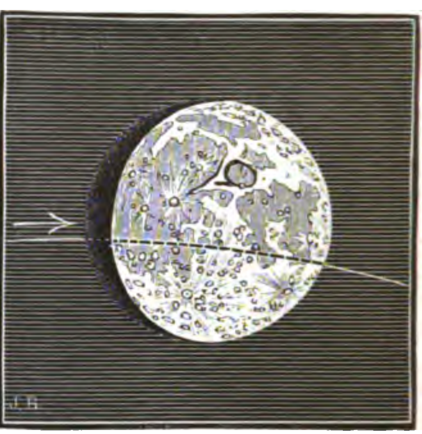


Fig. 125.



Occultation de 81 Taureau par la Lune, le 16 octobre de 7^h43^m à 8^h23^m du soir.

Fig. 126.



Occultation de B.A C. 5 par la Lune, le 7 novembre, de 6^h32^m à 7^h52 du soir.

raît en un point situé à 38° au-dessous du point le plus à l'Est et reparaît à 12° au-dessous du point le plus occidentat.

12° 48 Taureau (6° grandeur), le 12 novembre, de 7^h23^m à 8^h23^m du soir. La disparition de l'étoile a lieu dans la partie orientale du disque de la Lune, en un point situé à 39° au-dessous du point le plus à gauche et la réapparition dans la partie occidentale, à 15° au-dessus du point le plus à droite.

13° γ Taureau (4° grandeur), le 12 novembre, de 9^h26^m à 10^h32^m du soir. L'étoile s'éteint en un point placé à 44° au-dessus et à gauche du point le plus bas, pour se rallumer ensuite en un autre point situé à 8° au-dessous du point le plus à droite.

14° θ¹ Taureau (4° grandeur), le 12 novembre, à 15^h17^m du soir, (ou le 13 novembre, à 3^h17^m du matin), simple appulse à 0',9 du bord de la Lune. A Paris, l'étoile passera non loin du point situé à 43° au-dessus et à gauche du point le plus bas; mais dans le nord-ouest de la France et dans les Iles britanniques, il y aura occultation complète. La durée du phénomène sera d'autant plus grande que le poste d'observation sera plus éloigné, au nord-ouest de Paris.

15° B. A. C. 1391 (5° grandeur), le 12 novembre, de 15^h55^m à 16^h59^m du soir. L'étoile disparaîtra en un point placé à 22° au-dessus du point le plus oriental, pour réapparaître à 17° au-dessus et à droite du point le plus bas.

16° Aldébaran, le 12 novembre, de 18^h38^m a 19^h30^m du soir. Les personnes qui ne craindront pas de se lever de bonne heure, le 13 au matin, pourront observer cette

belle occultation. La disparition de la brillante étoile de 1re grandeur aura lieu en un point situé à 19° à droite et au-dessous du point le plus septentrional du disque de la Lune et la réapparition en un point situé à 22° au-dessous du point le plus à droite.

Occultations diverses.

Les lecteurs de *L'Astronomie* habitant le nord de la France pourront suivre les phases des deux occultations suivantes :

1° 80 TAUREAU (6e grandeur), le 16 octobre, vers 7h35m du soir, temps moyen de Paris.
2° 117 TAUREAU (6e grandeur), le 17 octobre, vers 9h19m du soir.

MERCURE. — Mercure est en mouvement direct dans les constellations de l'hémisphère austral : la Balance, le Scorpion et Ophiuchus. Seulement, comme la déclinaison de la planète est de 7° à 8° supérieure à celle du Soleil, il s'en suit que *Mercure* ne se trouvera dans d'excellentes conditions pour l'observation que pour les habitants de l'Amérique du Sud et de l'Océanie.

Plus grande élongation orientale 22°29′, le 13 novembre.

Le 28 octobre, à 1h du soir, *Mercure* est en *conjonction* avec la Lune, à 7°3′ au sud de notre satellite.

Conjonction avec δ Scorpion, le 3 novembre, à 9h du matin, *Mercure* étant à 29′ au sud de cette étoile de 2,5 grandeur.

Mercure arrive en conjonction avec β Scorpion le 4 novembre, vers 4h du matin. La planète est située à 3°30′ de cette étoile de 1re grandeur.

Autre *conjonction* le 8 novembre, à 10h du matin. *Mercure* est alors à 2° au nord d'*Antarès*.

Jours.	Passage méridien.		Coucher.		Différence Soleil.	Constellations.
28 Octobre......	0h54m	soir.	5h17m	soir	0h32m	BALANCE.
31 »	1 0	»	5 16	»	0 36	»
3 Novembre....	1 5	»	5 14	»	0 39	SCORPION.
6 »	1 10	»	5 13	»	0 42	»
9 »	1 14	»	5 13	»	0 47	»
12 »	1 17	»	5 13	»	0 51	OPHIUCHUS.
15 »	1 18	»	5 12	»	0 54	»

Mercure a un diamètre de 5″,4 le 1er novembre; sa distance à la Terre est de 182 millions de kilomètres et au Soleil de 66 millions de kilomètres.

VÉNUS. — *Vénus* pourra être facilement observée le matin, dans le ciel de l'Orient, jusqu'au 11 novembre. Cette brillante planète est en marche directe vers le Soleil, derrière lequel elle passera bientôt.

Conjonction avec θ Vierge, le 20 octobre, à midi. Distance des deux astres 21′.

Vénus est située à 18′ seulement au nord de *Jupiter*, le 22 octobre, à 9h du soir.

Le 24 octobre, à 9h du matin, *Vénus* est en *conjonction* avec l'*Épi de la Vierge*. Distance des deux astres 3°34′.

Vers 1h du soir, le 26 octobre, *conjonction* de *Vénus* et de la *Lune*. La planète est placée à 2°36′ au sud de notre satellite.

Dernière *conjonction*, le 11 novembre, à 7h du matin : *Vénus* est à 28′ au nord de α Balance.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
17 Octobre......	5h 16m matin.	11h 4m matin.	1h 9m	VIERGE.
20 »	5 25 »	11 6 »	1 4	»
23 »	5 34 »	11 8 »	1 0	»
26 »	5 43 »	11 10 »	0 56	»
29 »	5 52 »	11 13 »	0 52	»
1er Novembre...	6 1 »	11 15 »	0 47	»
4 » ...	6 10 »	11 17 »	0 43	»
7 » ...	6 19 »	11 20 »	0 39	BALANCE.
10 » ...	6 29 »	11 23 »	0 34	»

Vénus a un diamètre de 9",8 le 1er novembre; sa distance à la Terre est de 250 millions de kilomètres et au Soleil de 107 millions de kilomètres.

MARS se couche en moyenne deux heures après le Soleil. Il sera encore facile de le découvrir à 3° au nord d'*Antarès*, le 15 octobre.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* est toujours en mouvement direct dans la constellation du Sagittaire, à l'est des étoiles τ, ζ et σ, et à une distance de 9° à 15°. Avec une jumelle ordinaire, on distinguera nettement cette petite planète, d'autant plus aisément que le coin du ciel où elle circule est presque dépourvu d'étoiles des sept premières grandeurs.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Cérès.	Constellation.
15 Octobre........	5h 54m soir.	9h 11m soir.	SAGITTAIRE.
19 »	5 42 »	9 1 »	»
23 »	5 30 »	8 51 »	»
27 »	5 18 »	8 42 »	»
31 »	5 17 »	8 33 »	»
4 Novembre......	4 56 »	8 24 »	»
8 » ...	4 45 »	8 15 »	»
12 »	4 34 »	8 6 »	»

Coordonnées au 4 novembre : Ascension droite 19h 52m. Déclinaison 29° 10' S.

Le 4 novembre, la distance de *Cérès* à la Terre est de 462 millions de kilomètres et au Soleil de 441 millions de kilomètres.

Pallas continue sa marche directe à travers le Taureau de Poniatowski et le Serpent. On peut suivre la petite planète, avec une bonne jumelle, et la reconnaître à quelques degrés à l'ouest de θ Serpent. Le 15 novembre, *Pallas* sera située à 1° au sud de cette dernière étoile.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
15 Octobre........	4h 40m soir.	11h 12m soir.	TAUREAU DE PONIATOWSKI.
19 »	4 28 »	10 58 »	»
23 »	4 16 »	10 43 »	»
27 »	4 4 »	10 29 »	»
31 »	3 52 »	10 15 »	»
4 Novembre......	3 41 »	10 2 »	»
8 »	3 30 »	9 49 »	»
12 »	3 19 »	9 36 »	SERPENT.

Coordonnées au 4 novembre : Ascension droite 18h 36m. Déclinaison 3° 45' N.

Le 4 novembre, la distance de *Pallas* à la Terre est à 558 millions de kilomètres et au Soleil de 506 millions de kilomètres.

Junon se distingue aisément avec une bonne jumelle, dans l'écu de Sobieski, au sud des principales étoiles de cette constellation.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
15 Octobre........	4h22m soir.	9h27m soir.	Écu de Sobieski.
19 »	4 11 »	9 14 »	»
23 »	4 0 »	9 2 »	»
27 »	3 49 »	8 51 »	»
31 »	3 38 »	8 39 »	»
4 Novembre......	3 28 »	8 27 »	»
8 »	3 18 »	8 16 »	»
12 »	3 8 »	8 5 »	»

Coordonnées au 4 novembre : Ascension droite 18h23m. Déclinaison 13°43′ S.

Au 4 novembre, distance de *Junon* à la Terre 500 millions de kilomètres et au Soleil de 431 millions de kilomètres.

Vesta est facile à suivre, le matin, dans les constellations du Lion et de la Vierge, avec une simple jumelle.

Le 12 octobre, *Vesta* se trouvera presque à égale distance des étoiles ι et σ Lion. Le 28 octobre, la petite planète passera à 1° au sud de ν Vierge; le 1er novembre, elle passera auprès des étoiles β et π Vierge.

Jours.	Lever de Vesta.	Passage Méridien.	Constellations.
16 Octobre........	2h58m matin.	9h41m matin.	Lion.
20 »	2 52 »	9 32 »	»
24 »	2 46 »	9 24 »	Vierge.
28 »	2 39 »	9 15 »	»
1er Novembre.....	2 33 »	9 6 »	»
5 »	2 27 »	8 57 »	»
9 »	2 21 »	8 48 »	»
13 »	2 15 »	8 39 »	»

Coordonnées au 4 novembre : Ascension droite 11h54m. Déclinaison 5°47′ N.

Distance de *Vesta* à la Terre, le 4 novembre, 434 millions de kilomètres, et au Soleil, 348 millions de kilomètres.

Jupiter. — Après avoir passé derrière le Soleil le 9 octobre, *Jupiter* redevient visible à partir de la fin de ce mois. Une *conjonction* fort curieuse sera observable le 31 octobre. Ce jour-là, Jupiter sera situé à 3°23′ au nord de *l'Épi de la Vierge*.

Jours.	Lever.	Passage méridien.	Constellation.
2 Novembre......	5h 4m matin.	10h34m matin.	Vierge.
7 »	4 51 »	10 19 »	»
12 »	4 37 »	10 3 »	»

Jupiter a un diamètre de 29″ au 1er novembre; sa distance à la Terre est de 993 millions de kilomètres et au Soleil de 807 millions de kilomètres.

Saturne. — *Saturne* redevient visible le soir, dans la constellation des Gémeaux. La planète semble séjourner dans la même région du Ciel, presque à égale distance de *Castor* et de *Procyon*.

Le 15 octobre, à 4h du soir, *Saturne* sera en quadrature avec le Soleil. Le 20 octobre, à 7h du matin, *conjonction* avec la Lune, la planète se trouvant à 3°16′ au nord de l'astre des nuits. *Station* le 3 novembre, à 11h du soir. La marche de Saturne qui était rétrograde devient directe.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
16 Octobre........	10h 7m soir.	5h57m matin.	Gémeaux.
20 »	9 52 »	5 42 »	»
24 »	9 37 »	5 27 »	»
28 »	9 21 »	5 11 »	»
1er Novembre.....	9 6 »	4 56 »	»
5 »	8 50 »	4 40 »	»
9 »	8 34 »	4 24 »	»
13 »	8 18 »	4 8 »	»

Le 1er novembre, le diamètre de *Saturne* est de 17",2; la distance à la Terre est de 1289 millions de kilomètres et au Soleil de 1338 millions de kilomètres.

Uranus. — La planète séjourne à moins de 3° au sud de la belle étoile γ Vierge, et va nous revenir.

Coordonnées au 1er novembre : Ascension droite 12h38. Déclinaison 3°21′ S.

Neptune. — Cette lointaine planète est en ce moment dans les meilleures conditions de visibilité puisqu'elle passe au méridien aux environs de minuit. Voici ses coordonnées pour le 1er novembre :

Ascension droite........ 3h40m8s. Déclinaison............ 17°51′11″ N.

Distance à la Terre, 4273 millions de kilomètres, et au Soleil, 4413 millions de kilomètres.

III. Étoiles filantes.

Tous les ans, du 19 au 25 octobre, se produisent des averses d'étoiles filantes émanant de plusieurs points radiants, notamment d'un lieu situé entre *Aldébaran* et β Taureau, d'un autre point voisin de γ Gémeaux et d'un troisième assez rapproché de Pollux.

Mais c'est dans les nuits du 13 au 15 novembre que la Terre rencontre l'un des essaims d'étoiles filantes les plus remarquables, et les mieux connus. Depuis longtemps, les astronomes ont désigné cet essaim sous le nom de *Léonides*, parce que les corpuscules enflammés qui le composent semblent sortir d'un point voisin de κ Lion. L'orbite céleste de ces météores a été identifiée avec celle de la Comète I de 1866. Le maximum de ces météores revient tous les 33 ans.

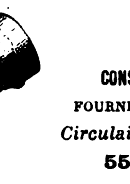
Outre ce centre principal, il y en a encore deux autres d'une importance secondaire. L'un est placé un peu à l'ouest de ζ Persée et l'autre à l'est de la Tête du Dragon.

IV. Etoile variable.

Le minima d'*Algol* ou β Persée seront observables :

24 Octobre.....	Diminution principale	9h46m soir.	Minimum.	11h12m soir.
27 »	» »	6 35 »	»	8 1 »
13 Novembre..	» »	11 28 »	»	12 54 »

Eugène Vimont.



A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 1872

55, rue de Chabrol, à Paris.

Fig 1

Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer Monture équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).

L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles.		OCULAIRES.				PRIX.
		Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	Terrestres.		Célestes.		
				Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	
0m,108	1m,60	0m,15	0m,18	1	80	3	100, 160 et 270	1450
0m,135	1m,90	0m,15	0m,18	1	90	4	100, 150, 200 et 450	2500

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.			
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.		
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	275	25
0m,081	1m,30	1	55	3	75, 120 et 200	360	35
0m,095	1m,45	1	60	3	85, 130 et 240	465	35
0m,108	1m,60	1	80	3	100, 160 et 270	650	35

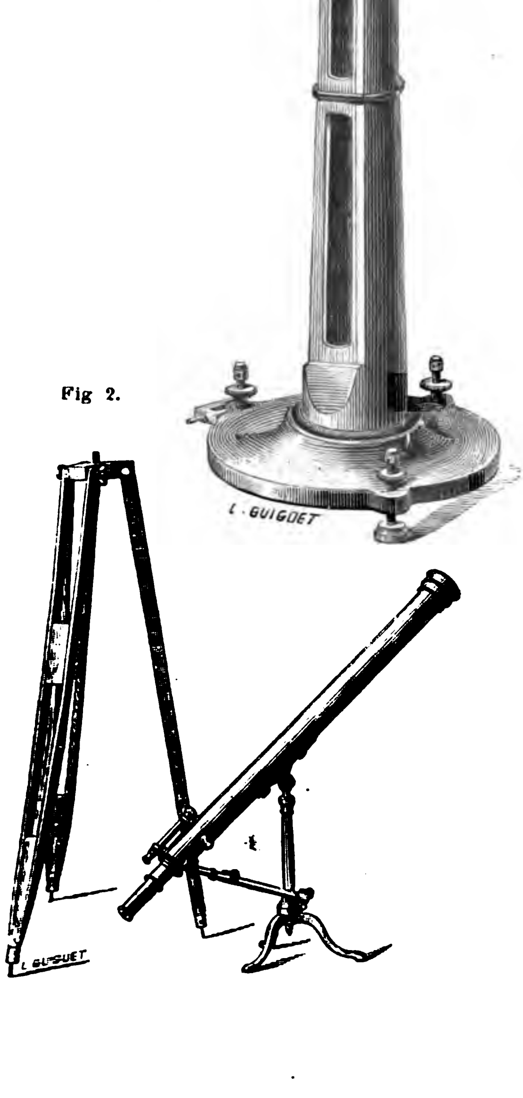


Fig 2.

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.		Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.		Sans chercheur.	Avec chercheur.	
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.			
0m,057	0m,85	1	35	1	90	100	135	25
0m,061	0m,90	1	40	1	100	140	175	25
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	190	225	25

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. **35 fr.**

Ecran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... **15 fr.**

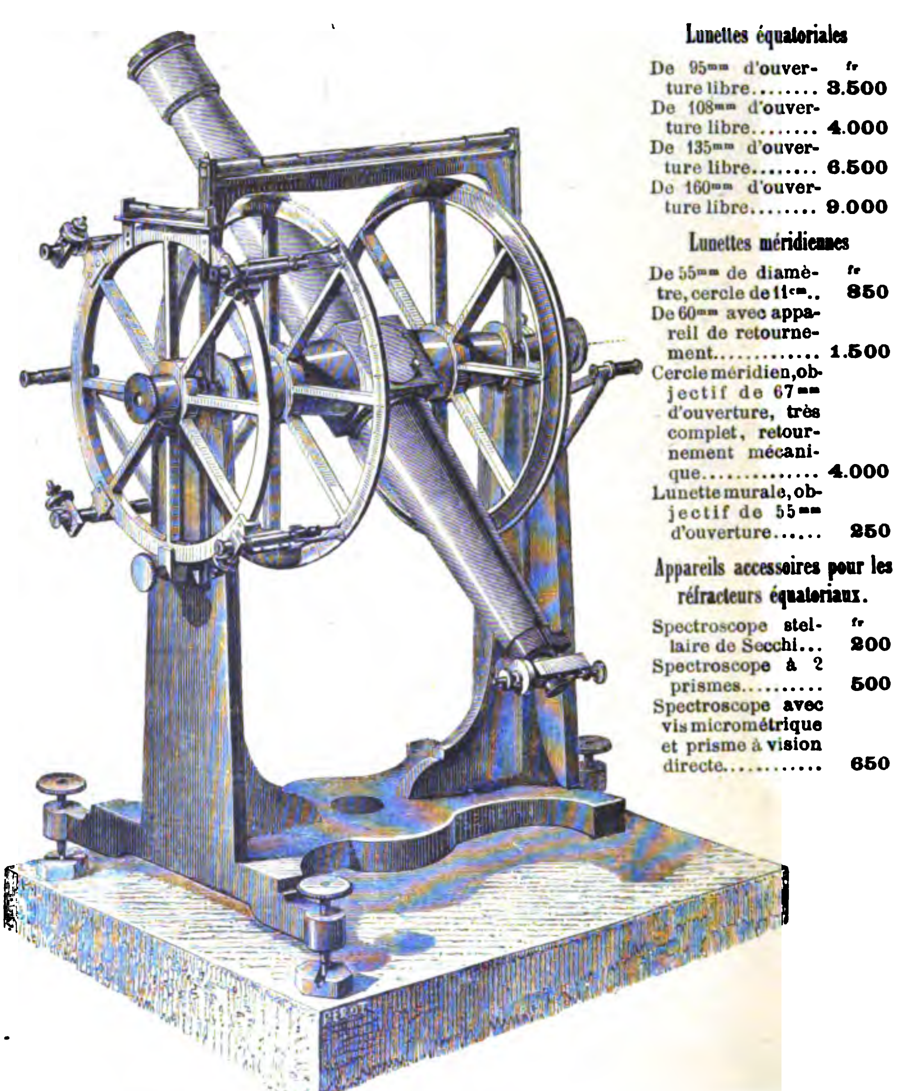
MAISON LEREBOURS ET SECRÉTAN

G. SECRÉTAN, SUCCESSEUR

MAGASINS, 13, place du Pont-Neuf. — ATELIERS, 54, rue Daguerre.

Les instruments équatoriaux désignés ci-dessous sont des instruments complets, à monture très stable, avec micromètre de position, mouvement d'horlogerie isochrone, cercles divisés sur argent, divisions de calage, rappel dans le sens horaire sur la lunette, double éclairage, etc., etc.

Pour les basses latitudes, le pied en fonte de l'instrument aura la forme rectangulaire et le mouvement d'horlogerie sera logé dans le pied; pour les hautes latitudes, le pied sera en général une colonne ronde et le mouvement d'horlogerie sera adapté à l'extérieur de la colonne. — La lunette sera pourvue d'un chercheur de grande ouverture et aura au moins trois oculaires sans compter celui du micromètre et du chercheur.



Lunettes équatoriales

	fr
De 95mm d'ouverture libre........	3.500
De 108mm d'ouverture libre........	4.000
De 135mm d'ouverture libre........	6.500
De 160mm d'ouverture libre........	9.000

Lunettes méridiennes

	fr
De 55mm de diamètre, cercle de 11cm..	850
De 60mm avec appareil de retournement.............	1.500
Cercle méridien, objectif de 67mm d'ouverture, très complet, retournement mécanique..............	4.000
Lunette murale, objectif de 55mm d'ouverture......	250

Appareils accessoires pour les réfracteurs équatoriaux.

	fr
Spectroscope stellaire de Secchi...	200
Spectroscope à 2 prismes..........	500
Spectroscope avec vis micrométrique et prisme à vision directe............	650

	fr
Spectroscope à 2 prismes en flint de 48mm, objectif de 27mm et 192mm de distance focale, lentille cylindrique achromatique, prisme de comparaison, loupe pour observer l'image sur la fente, vis micrométrique avec tambour divisé sur argent, second tambour servant à enregistrer les observations faites dans l'obscurité, arrangement pour fixer avec facilité des tubes de Geissler ou des pointes métalliques entre lesquelles on fait jaillir l'étincelle électrique, 3 oculaires..............................	1.000
Le même avec adjonction d'un prisme à vision directe..........................	1.100
Chambre noire pour adapter à l'instrument et pourvue d'un obturateur instantané suivant la grandeur de l'instrument......................... 300 à	400
Oculaire à grand champ et faible grossissement laissant toute la lumière que la lunette comporte....................	40
Hélioscope..............................	300
Oculaire à lame de verre divisée en mailles carrées de petit niveau pour prendre des mesures avec l'hélioscope.	60

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

5e Année. N° 11. Novembre 1886.



REVUE MENSUELLE

D'ASTRONOMIE POPULAIRE

DE MÉTÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE,

DONNANT LE TABLEAU PERMANENT DES DÉCOUVERTES ET DES PROGRÈS RÉALISÉS DANS LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS

PUBLIÉE PAR

CAMILLE FLAMMARION,

AVEC LE CONCOURS DES

PRINCIPAUX ASTRONOMES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

ABONNEMENTS POUR UN AN :

PARIS : 12 fr. — DÉPARTEMENTS : 13 fr. — ÉTRANGER : 14 fr.

PRIX DU NUMÉRO : 1 fr. 20 c.

La REVUE paraît le 1er de chaque Mois.

PARIS.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

Quai des Augustins, 55.

1886

ANDRÉ et RAYET, Astronomes adjoints de l'Observatoire de Paris, et **ANGOT**, Professeur de Physique au Lycée de Versailles. — **L'Astronomie pratique et les Observatoires en Europe et en Amérique**, depuis le milieu du XVII[e] siècle jusqu'à nos jours. In-18 jésus, avec belles figures dans le texte et planches en couleur.

Ire Partie : *Angleterre;* 1874. 4 fr. 50 c.
IIe Partie : *Ecosse, Irlande et Colonies anglaises;* 1874. 4 fr. 50 c.
IIIe Partie : *Amérique du Nord;* 1877. 4 fr. 50 c.
IVe Partie : *Amérique du Sud* et Météorologie américaine; 1881 3 fr.
Ve Partie : *Italie;* 1878. 4 fr. 50 c.

Chaque partie se vend séparément.

BIOT, Membre de l'Académie des Sciences. — **Traité élémentaire d'Astronomie physique.** 3e édition, corrigée et augmentée. 5 vol. in-8, avec 94 planches; 1857. 40 fr.

DELAMBRE, Membre de l'Institut. — **Traité complet d'Astronomie théorique et pratique.** 3 vol. in-4, avec planches; 1814. 40 fr.

DELAMBRE. — **Histoire de l'Astronomie ancienne.** 2 vol. in-4, avec planches; 1817. 25 fr.
— — **Histoire de l'Astronomie du moyen âge.** 1 vol in-4, planc.; 1819. (*Rare.*)
— — **Histoire de l'Astronomie moderne.** 2 vol. in-4, avec planches; 1821. 30 fr.
— — **Histoire de l'Astronomie au XVIIIe siècle**; publiée par M. *Mathieu*. Membre de l'Institut. In-4, avec planches; 1827. 20 fr.

FAYE (H.), Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. — **Sur l'origine du Monde**, *Etudes cosmogoniques des anciens et des modernes.* 2e édition. Un beau volume in-8, avec figures dans le texte; 1885. 6 fr.

FAYE (H.). — **Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique.** 2 beaux volumes grand in-8, avec nombreuses figures et Cartes dans le texte.

On vend séparément :

Ire Partie : *Astronomie sphérique. — Géodésie et Géographie mathématique;* 1881. 12 fr. 50 c.
IIe Partie : *Astronomie solaire. — Théorie de la Lune. — Navigation;* 1883. 14 fr.

FAYE (H.), Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur à l'École Polytechnique. — **Cours d'Astronomie nautique.** In-8, avec figures dans le texte; 1880. 10 fr.

FLAMMARION (Camille), Astronome. — **Catalogue des Étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain**, comprenant *toutes les observations* faites sur chaque couple depuis sa découverte et les *résultats conclus* de l'étude des mouvements. Grand in-8; 1878. 8 fr.

HIRN (G.-A.). — **Mémoire sur les conditions d'équilibre et sur la nature probable des anneaux de Saturne.** In-4, avec planche; 1872. 4 fr.

HOUZEAU, Directeur de l'observatoire de Bruxelles, et **LANCASTER**, Bibliothécaire de l'Observatoire. — **Bibliographie générale de l'Astronomie** ou *Catalogue méthodique des Ouvrages, des Mémoires et des Observations astronomiques publiés depuis l'origine de l'imprimerie jusqu'en* 1880. 3 forts volumes grand in-8 à 2 colonnes, se vendant séparément.

Tome I, *Ouvrages*, et Tome III, *Observations.* (*Sous presse.*)
Tome II (LXXXIX-2225 pages avec 1 Planche), *Mémoires;* 1885. 40 fr.

Pour recevoir *franco*, ajouter 2 francs.

POËY (André), Fondateur de l'Observatoire physique et météorologique de la Havane. — **Comment on observe les nuages pour prévoir le temps.** 3e édition, revue et augmentée. Petit in-8, contenant 17 pl. chromolithogr. et 3 pl. sur bois; 1879. 4 fr. 50 c.

POËY (André). — **Les courants atmosphériques d'après les nuages, au point de vue de la prévision du temps.** Petit in-8; 1882. 2 fr.

RESAL (H.), Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique et à l'École supérieure des Mines. — **Traité de Mécanique céleste.** 2e édition. Un beau volume in-4; 1884. 25 fr.

SCOTT (Robert-H.), Directeur du Service météorologique de l'Angleterre. — **Cartes du temps et avertissements de tempêtes.** Ouvrage traduit de l'anglais par MM. *Zurcher* et *Margollé.* Petit in-8, avec nombreuses figures et 2 planches en couleur; 1879. 4 fr. 50 c.

SOUCHON (Abel), Membre adjoint au Bureau des Longitudes, attaché à la rédaction de la *Connaissance des Temps.* — **Traité d'Astronomie pratique**, comprenant l'exposition du *Calcul des éphémérides astronomiques et nautiques*, d'après les méthodes en usage dans la composition de la *Connaissance des Temps* et du *Nautical Almanac*, avec une Introduction historique et de nombreuses Notes. Grand in-8, avec figures dans le texte; 1883. 15 fr.

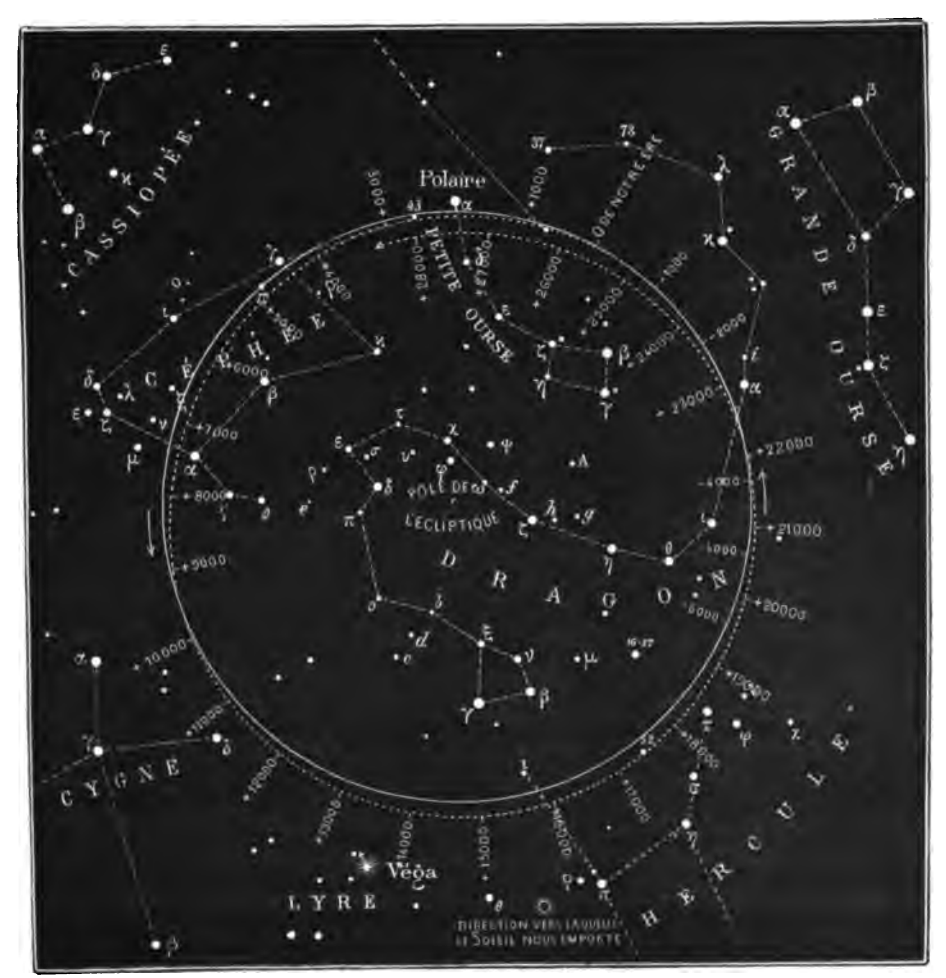
WOLF (C.), Membre de l'Institut, astronome de l'Observatoire de Paris. — **Les Hypothèses cosmogoniques.** Examen des théories scientifiques modernes sur l'*Origine des mondes*, suivi de la traduction de la *Théorie du Ciel*, de Kant. Grand in-8; 1886. 6 fr. 50 c.

LE MOUVEMENT SÉCULAIRE DU POLE

ET LA TRANSLATION DU SYSTÈME SOLAIRE.

On sait qu'en vertu de l'attraction du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial du sphéroïde terrestre, l'axe de rotation de la Terre se déplace lente-

Fig. 127.



Marche du pôle parmi les étoiles, en vertu du déplacement du système solaire.

ment autour du pôle de l'écliptique en décrivant un cône de 47° d'ouverture, de telle sorte que son prolongement idéal vers le ciel n'aboutit pas toujours au même point de la sphère céleste. Ce prolongement aboutit actuellement vers un point peu éloigné de l'étoile α de la Petite Ourse, qui, à cause de cette coïncidence, est actuellement étoile polaire. Vers l'an 2700 avant notre ère, l'axe du monde arrivait près de l'étoile α du Dragon, qui alors était étoile polaire. C'était au temps de la treizième dynastie égyptienne et des pharaons

de Thèbes, d'Abydos, de Bubaste et de Tanis. Alors l'Égypte et la Chine régnaient sur la Terre. Dans 2600 ans environ, le pôle passera près de l'étoile γ de Céphée, qui, à son tour, occupant l'emplacement du pôle, sera polaire. Douze mille deux cents ans avant notre ère et vers l'an 13600 de notre ère, le pôle s'est trouvé et se retrouvera près de la brillante étoile Véga de la Lyre, le cycle étant de 25765 ans. Les traités d'Astronomie ont publié la figure de ce déplacement séculaire du pôle, et nos lecteurs ont pu l'étudier, notamment dans notre *Astronomie populaire*, p. 47.

Mais ce mouvement n'est pas aussi simple qu'il le semble par la considération seule de la précession. En fait, pas une étoile n'est en repos dans l'immensité. Pendant le temps que demande le cycle précédent pour s'accomplir, les étoiles se déplacent elles-mêmes en vertu de leurs mouvements propres. De plus, d'après l'ensemble de ces mouvements propres, on a pu conclure à une translation assez rapide de notre système solaire dans l'espace. Il en résulte que, pendant ce cycle de 25765 ans, les étoiles devant lesquelles nous pouvons tracer en perspective le cercle du déplacement séculaire du pôle glissent derrière ce cercle comme un canevas qui reculerait vers la gauche, par exemple, pendant que la main trace l'esquisse d'un dessin. Pouvons-nous essayer de nous rendre compte de cet effet ?

En admettant pour la direction vers laquelle le Soleil nous emporte et pour la vitesse angulaire les données que nous avons adoptées en 1876 dans la construction de notre carte générale des mouvements propres (*Atlas céleste*, pl. XXV), nous avons tracé la spirale ponctuée (*fig.* 127) qui représente la route probable du pôle pendant un cycle entier, à partir de notre époque. Au lieu de suivre le cycle classique de nos traités d'Astronomie, le pôle s'en détache pour aller en se rapprochant graduellement de la constellation d'Hercule. En l'an 2105, il passera à sa plus grande proximité de l'étoile α de la Petite Ourse, et d'ici à mille ans, sa route se confondra presque avec le cercle classique, car le déplacement des étoiles dû à la perspective de notre translation dans l'espace est à peine sensible pour un intervalle aussi court. Cependant, insensiblement, la spirale s'en détache, en s'en éloignant, non toutefois d'une manière uniforme, attendu que la perspective va en se resserrant à mesure que l'on s'avance vers le point de la constellation d'Hercule d'où les étoiles semblent s'irradier. Malgré l'exiguité angulaire du déplacement moyen des étoiles, cependant au bout du cycle le point de retour du pôle est très différent du point de départ : il est plus éloigné de l'étoile polaire, dont il ne se rapprochera plus jamais autant que cette fois-ci.

D'autre part, lorsque dans 11700 ans le pôle du monde traversera la région céleste illustrée par Véga, il sera, au contraire, plus rapproché de la brillante étoile de la Lyre qu'il ne le serait sans le déplacement du système solaire, et

cela pour deux raisons, d'abord à cause de ce déplacement lui-même, ensuite à cause du mouvement propre de Véga, dirigé vers Céphée.

Le mouvement propre de Véga est de :

Æ	D.P.	Résultante
+0ˢ0173	—0″295	0″359

Ce qui donne, pour 12000 ans, 1° 12′. Nous avons adapté à l'étoile une flèche correspondant à ce mouvement propre. Véga sera dans douze mille ans, — vers l'an 13 886, — à l'extrémité de la flèche, arrivant à l'ouest de la quadruple ε, dont le mouvement propre est beaucoup plus faible. Remarquons en même temps que la perspective de notre propre déplacement entre pour une part dans celui de Véga.

Le mouvement propre de l'étoile polaire est presque insensible, même pour cette durée de près de vingt-six mille ans. Et en général, les étoiles visibles à l'œil nu, dans toute cette région, n'ont que des mouvements propres assez faibles qui ne changeront pas sensiblement l'aspect du ciel pour cet intervalle; l'étoile σ du Dragon, seule, marche très vite; mais elle n'est que de 5ᵉ grandeur, et d'ailleurs ne se dirige pas vers le cercle de précession.

Ce tracé de la précession sur la sphère céleste subit encore une autre cause de variation. L'obliquité de l'écliptique, qui donne le rayon de ce « cercle », ne reste pas constante. Actuellement de 23°27′, elle descendra jusqu'à 21°59′ pour remonter ensuite jusqu'à 24°36′. Mais cette oscillation séculaire ne surpassant pas une amplitude de 2° 37′, et étant très lente, ne modifie pas sensiblement la courbe précédente: actuellement elle la resserre légèrement vers le centre.

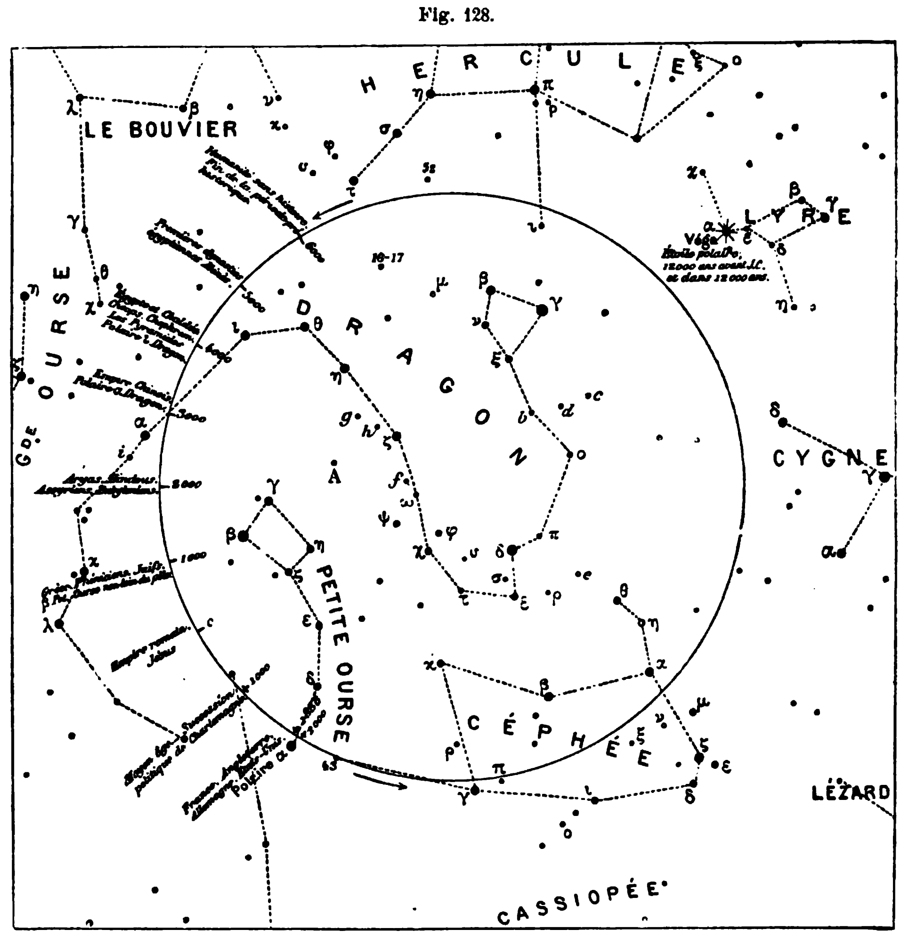
Quoiqu'il en soit, les esprits qui aiment la précision pourront substituer avec intérêt cette nouvelle figure de la marche séculaire du pôle à celles que les traités d'Astronomie ont publiées jusqu'ici. Nous ne la présentons pas comme absolue, parce que la direction du point vers lequel le Soleil nous emporte n'est pas encore déterminée avec certitude, et parce que la grandeur du déplacement n'est pas encore exactement connue non plus. Mais le tracé ainsi corrigé se rapproche davantage de la réalité pour les perspectives sidérales des temps à venir.

Il est difficile de contempler ces grandes périodes de la nature sans songer à la succession des événements terrestres qui leur ont correspondu dans l'histoire de notre humanité. Comment, en effet, ne pas nous souvenir qu'à l'époque où Véga brillait, étoile polaire de notre ciel boréal, il n'y a pas plus de quatorze mille ans et moins encore (car son règne dura plus de trois mille ans), l'humanité terrestre vivait dans l'état primitif, dépourvue de toute culture intellectuelle, sans traditions, sans écriture, sans histoire !

Les vestiges de l'âge de la pierre ne consistent qu'en armes et en outils, quelquefois en débris de vêtements, de mobilier élémentaire, ou de cuisine, mais aucun symptôme d'étude scientifique n'a été retrouvé, à l'exception seule, à notre connaissance, de la gravure des étoiles de la Grande Ourse faite sur un polissoir de l'âge de la pierre, trouvé en Russie et publié par la *Revue* (1885, p. 48). Les hommes vivaient alors à la façon des peuplades sauvages que le voyageur rencontre encore aujourd'hui, de plus en plus rares, dans les régions de l'Afrique centrale ou dans les îles du Pacifique. Peut-être l'Atlantide dont parle Platon était-elle alors habitée par une civilisation primordiale, et peut-être aussi le continent asiatique dont la Grèce est le dernier fragment n'était-il pas encore effondré sous les eaux. Mais aucun monument ne nous en a été conservé et nulle épave n'a surnagé après les tempêtes oubliées. Lorsque, vers 6000 ans avant notre ère, le pôle eût quitté les régions voisines de la tête du Dragon pour s'avancer dans son cycle moderne, la période préhistorique allait faire place à la naissance de la civilisation. Vers l'an 5000, les premières dynasties égyptiennes inauguraient l'histoire avec Ménès et le premier code de lois sociales. Vers l'an 4000, l'étoile ι du Dragon est étoile polaire depuis cinq cents ans. C'est l'époque où l'Égypte et la Chaldée règnent en souveraines, l'époque illustrée par Chéops, Chephrem et les pyramides. Alors la France était une contrée presque déserte, couverte de forêts sauvages et de marais, habitée par quelque race primitive se nourrissant de glands et se défendant à coups de pierres : nul prophète n'eût imaginé que trois mille ans plus tard une première cabane de bois et de terre construite au pied d'un chêne marquerait dans l'île de Lutèce le foyer prédestiné autour duquel la capitale du monde moderne s'élèverait un jour. Vers l'an 3000, lorsque l'étoile α du Dragon fut devenue à son tour étoile polaire, l'empire chinois régnait sur l'Orient, et déjà alors des observateurs importants commençaient sur notre planète l'étude patiente des phénomènes célestes, inaugurée en Égypte dès la fondation des pyramides, mais suivant une méthode plus générale et plus féconde. Vers l'an 2000, l'historien assiste au développement de la race aryenne dans les Indes comme à celui des idées assyriennes et babyloniennes aux frontières orientales de l'Europe. L'Égypte est loin d'être morte, mais sa puissance est contrebalancée. Puis, environ mille ans avant notre ère, tandis que le pôle passe non loin de l'étoile β de la Petite Ourse, la Grèce sortie des temps héroïques ouvre notre histoire classique, Sparte et Athènes exercent leur influence ; les Israélites se sont élevés aux règnes de David et Salomon ; les Phéniciens ont conquis l'empire de la Méditerranée par l'observation de la Petite Ourse, appelée alors *la Phénicienne*. Au commencement de notre ère, l'empire romain a conquis et transformé une partie du monde ; Jésus et Saint-Paul fondent le christianisme. L'an 1000

marque à peu près le milieu du moyen-âge et la transformation politique féodale qui succéda à l'empire de Charlemagne. Les nations modernes sont nées. Elles vont grandir à travers leurs rivalités, et, à notre époque, on peut constater que ce sont les idées conçues depuis quelques siècles par l'Europe

Fig. 128.



Cycle humain correspondant au cycle de précession.

occidentale, France, Angleterre, Allemagne, Italie, qui règnent sur le monde, dans les sciences, les lettres, les arts, l'industrie, l'économie politique et sociale, le nouveau monde étant entré depuis un siècle environ dans l'influence européenne, et marchant aujourd'hui à grands pas dans la voie de l'indépendance et du progrès, grâce à son renoncement aux ruineuses puérilités militaires qui préparent à grands pas la fin de l'Europe. On peut penser que dans un millier d'années le sommet de la civilisation terrestre sera transporté aux États-Unis et que la vieille Europe ronflera sur ses ruines.

Quand à prévoir ce que sera la Terre à l'époque où l'étoile γ Céphée sera polaire, vers l'an 4500 de notre ère, nul esprit n'aurait la témérité de s'y aventurer, les événements humains n'ayant rien de commun avec la régularité de ceux du Ciel. On peut toutefois être assuré que, lorsque Véga redeviendra polaire, il n'y aura plus depuis lontemps ni Français, ni Allemands, ni Anglais, ni Italiens, ni Espagnols, ni Portugais, ni Flamands, ni Grecs, ni Russes, ni Suédois, etc., etc.; aucune langue, aucune nation, aucune patrie n'ayant encore duré plus de cinq mille ans, et, d'ailleurs, tout étant absolument transformé pendant ce court intervalle, qui n'est pourtant que le cinquième du cycle de précession!

Nous avons essayé de figurer sur un petit tracé (*fig.* 128) ce cycle historique que nous venons de résumer, persuadé que chacun aime associer aux périodes de la nature les aspects qui nous concernent de plus près. C'est un complément « humain » de l'étude que nous venons de consacrer au déplacement séculaire du pôle.

CAMILLE FLAMMARION.

DÉTERMINATION DU NOMBRE DES ÉTOILES

DE NOTRE UNIVERS.

Lorsque, par un beau soir d'été, nous portons nos regards vers le firmament constellé d'étoiles, il nous semble en voir un nombre tellement prodigieux que les compter serait chose impossible. C'est une illusion : le nombre total des étoiles visibles à l'œil nu pour une vue moyenne ne dépasse pas six mille (2478 dans l'hémisphère boréal et 3307 dans l'hémisphère austral).

Mais là où s'arrête la puissance de notre œil, le télescope nous fait apercevoir dans les profondeurs des Cieux un bien plus grand nombre d'étoiles. Une simple jumelle nous en montre déjà 20 000. Avec une petite lunette astronomique, on en distingue au moins 150 000. Et enfin l'on peut en voir plus de cent millions à l'aide des plus puissants instruments dont l'Astronomie actuelle dispose.

Toutes ces étoiles ont donc des différences d'intensité lumineuse extrêmement considérables. Pour pouvoir les comparer entre elles, on les a rangées par ordre de grandeur. Bien entendu, il ne faut attribuer à ce mot de grandeur que le sens que l'on a voulu lui donner. En effet, l'éclat d'une étoile dépend : 1° de sa grosseur réelle; 2° de sa lumière intrinsèque; 3° de son éloignement. Donc, lorsqu'on parle d'une étoile d'une certaine grandeur, il ne s'agit pas de sa grandeur véritable, mais de son éclat apparent.

Outre ces énormes différences d'éclat qui caractérisent les différents ordres de grandeur d'étoiles, il y a aussi des étoiles qui présentent à certaines époques des variations d'intensité lumineuse quelquefois extraordinaires. C'est ce qu'on appelle les étoiles variables. L'observation attentive du Ciel a montré que presque

toutes les étoiles sont variables, mais à des degrés bien différents. Les unes sont périodiques, c'est-à-dire que leurs variations d'éclat sont soumises à des lois et à des périodes. Les autres sont irrégulières : telles sont les étoiles temporaires. Enfin il existe un très grand nombre d'étoiles dont les variations d'éclat sont si faibles qu'elles échappent à nos moyens d'observation.

Dans l'étude qui va suivre, je n'ai pas tenu compte de ces variations d'éclat à cause des complications inutiles qu'entraînerait cette donnée.

Ceci posé, examinons le tableau ci-après (¹) :

		Nombre des étoiles correspondant à chaque ordre de grandeur.		Intensité lumineuse de toutes les étoiles de chaque ordre de grandeur, exprimée en étoiles de première grandeur.	
Grandeurs.	Intensité lumineuse.	Nombres fournis par l'observation.	Nombres fournis par le calcul.	Nombres fournis par l'observation.	Nombres fournis par le calcul.
1	1	20	19	20	19
2	2,56	59	57	23,046	22,265
3	6,5536	182	171	27,771	26,094
4	16,7773	530	513	31,590	30,57
5	42,9499	1 600	1 539	37,243	35,8
6	109,957	4 800	4 617	43,65	41,99
7	281,676	13 000	13 851	46,15	49,17
8	721,092	40 000	41 553	55,47	57,62
9	1 846,99	100 000	124 659	54,17	67,52
10	4 726,75	400 000	373 777	84,64	79,11
11	12 098,9	1 000 000	1 121 931	82,65	92,73
12	30 870,6	3 000 000	3 365 793	97,18	109,02
13	79 028,8	10 000 000	10 097 379	126,53	127,76
14	202 314	30 000 000	30 292 137	148,28	149,67
15	517 923	....	90 876 411	......	175,4
16	1 323 513	....	272 629 233	......	205,9
17	3 388 175	....	817 887 699	......	241,3
18	8 673 728	....	2 453 663 097	......	282,8
19	22 204 745	....	7 360 989 291	......	331,5
20	56 844 147	....	22 082 967 873	......	388,8

La première colonne indique les différents ordres de grandeur d'étoiles, depuis la 1re jusqu'à la 20e.

Dans la deuxième colonne se trouve l'intensité lumineuse moyenne de chaque ordre d'étoiles comparée à la 1re grandeur. Chacun de ces nombres indique combien il faudrait d'étoiles de cette grandeur pour égaler une de première.

Remarquons, en passant, que ce n'est autre chose qu'une progression géométrique croissante dont le premier terme est 1 et la raison 2,56. Tous les chiffres de cette colonne ont été calculés par la formule $x = 2{,}56^{n-1}$, n étant l'ordre de grandeur correspondant.

On peut distinguer à l'œil nu les étoiles jusqu'à la 6e grandeur. En posant

(¹) J'ai puisé les données nécessaires à la construction de ce tableau dans l'*Astronomie populaire* et dans *Les Étoiles*. G. H.

$x = 2{,}56^6$, nous trouvons qu'une étoile de cette grandeur est 110 fois moins lumineuse qu'une de première.

Passons à la troisième colonne, qui représente le nombre des étoiles correspondant à chaque ordre de grandeur.

Nous pouvons remarquer à première vue que le nombre des étoiles va à peu près en triplant en passant d'un ordre de grandeur d'étoiles au suivant. *Cette augmentation du nombre des étoiles peut être assimilée à une progression géométrique croissante*

$$— a : ar : ar^2 : ar^3 \ldots..$$

Si, en effet, nous prenons pour premier terme 19 et pour raison 3, nous obtenons les nombres de la quatrième colonne de notre tableau, qui, comme on peut en juger, diffèrent peu de ceux de la troisième colonne. On pourrait obtenir une approximation plus grande encore en augmentant un peu le premier terme 19 et diminuant légèrement la raison 3. *On obtiendrait ainsi une série de nombres approchant tellement de ceux fournis par l'observation directe que l'on peut attribuer les faibles différences qui existent aux erreurs d'observation provenant de nombreuses causes, et notamment de l'impossibilité matérielle de compter exactement des nombres aussi grands.* Les règles relatives aux progressions géométriques peuvent par conséquent s'appliquer à la quatrième colonne.

Pour trouver quel est le nombre x d'étoiles qui correspond à un ordre de grandeur donné n, on emploiera la formule $x = a \times r^{n-1}$. Voulons-nous, par exemple, connaître le nombre des étoiles de la 5e grandeur?

Nous poserons :

$$a = 19$$
$$r = 3$$
$$n - 1 = 4$$

Et nous aurons $x = 19 \times 3^4$, ce qui donne 1539. Le nombre fourni par l'observation est 1600. Comme je l'ai déjà fait remarquer, a est un peu trop faible et r un peu trop fort, mais j'ai choisi les nombres *ronds* $a = 19$ et $r = 3$, afin de simplifier les calculs.

Pour trouver la somme des termes de cette progression, on emploiera la formule

$$5 = \frac{lr - a}{r - 1}.$$

Calculons à l'aide de cette formule le nombre des étoiles jusqu'à la 10e grandeur. Nous trouvons 560 946. Le nombre fourni par l'observation est 560 191.

Nous voici maintenant arrivés à la cinquième colonne. Celle-ci indique l'intensité lumineuse totale de toutes les étoiles de chaque ordre de grandeur exprimée en étoiles de 1re grandeur. Il suffit évidemment pour cela de diviser les nombres de la troisième colonne par ceux correspondants de la deuxième colonne. Ainsi, nous voyons que les 59 étoiles réunies de la seconde grandeur donnent autant de

lumière que 23 étoiles de 1[re] grandeur; les 182 de la 3[e] grandeur en valent 27, etc. Ce nombre augmente toujours, comme on peut le voir du premier coup d'œil, sauf quelques irrégularités provenant de l'inexactitude des chiffres de la 3[e] colonne. Avant d'aller plus loin, nous pouvons déjà tirer cette conclusion remarquable : c'est que : *plus l'ordre de grandeur est faible, plus est grande l'intensité lumineuse de toutes les étoiles de cet ordre de grandeur.*

Il résulte de ce fait que l'on pourrait retrancher du Ciel toutes les étoiles visibles à l'œil nu, dont l'éclat équivaut à 175 étoiles de première grandeur, sans diminuer sensiblement l'intensité lumineuse du Ciel, puisque les 30 millions d'étoiles de la 14[e] grandeur, par exemple, donnent à elles seules presque autant de lumière (148 étoiles de première grandeur).

Cette lumière obscure permettrait encore aux marins de lire l'heure à leur montre. Cette lumière ne donnerait point d'ombre.

Mais ce n'est pas tout. Examinons d'un peu plus près les nombres de la cinquième colonne, et nous verrons que *cette augmentation de l'intensité lumineuse suit aussi une progression géométrique croissante dont le premier terme est* 19 *et la raison* 1 171 875, c'est-à-dire précisément le rapport $\frac{3}{2.56}$ qui est la raison de la progression du nombre des étoiles (*colonne* 3) divisée par la raison de la diminution de l'intensité lumineuse (*colonne* 2).

Les nombres de la dernière colonne ne sont autre chose que la progression géométrique croissante $a = 19$, $r = 1\,171\,875$.

De l'étude de ce tableau, il résulte les deux lois suivantes, que j'exprimerai ainsi :

PREMIÈRE LOI. — *Le nombre des étoiles, en passant d'un ordre de grandeur au suivant, suit une progression géométrique croissante dont le premier terme est* 19 et *la raison* 3.

DEUXIÈME LOI. — *L'intensité lumineuse totale des différents ordres de grandeurs d'étoiles suit aussi une progression géométrique croissante dont le premier terme est* 19 *et la raison* $\frac{3}{2,56}$.

Voilà donc des faits bien établis, indiscutables. Voyons maintenant quelles conséquences nous pourrons en tirer.

On sait que les termes d'une progression géométrique croissante augmentent jusqu'à l'infini.

Mais si le nombre des étoiles augmente jusqu'à l'infini suivant la première loi, l'intensité lumineuse devrait aussi augmenter jusqu'à l'infini suivant la deuxième loi, et c'est ce qui n'a point lieu. Il y a donc une cause qui modifie cette loi des progressions géométriques croissantes. *Cette cause est intimement liée à la constitution même de notre Univers.* Nous savons, en effet, que tous les soleils que nous voyons briller au Ciel, sans excepter le nôtre bien entendu, font partie d'une immense agglomération stellaire que l'on appelle nébuleuse (réductible).

C'est cette fameuse Voie Lactée qui entoure la voûte céleste d'un anneau laiteux.

Cette formation de l'Univers en nébuleuses explique naturellement cet arrêt de nos progressions géométriques croissantes, explique comment il n'y a pas des étoiles répandues par tout l'Univers suivant notre loi.

Je crois devoir réfuter ici deux objections qui se présentent assez naturellement à l'esprit.

Mais, pourrait-on dire, supposons qu'il y ait un nombre infini d'étoiles répandues dans l'espace suivant la loi des progressions géométriques croissantes, il y en aura nécessairement un nombre infini placé l'une derrière l'autre suivant chaque rayon visuel. Chacune des étoiles faisant partie d'une de ces colonnes infinies sera occultée, et il n'y aura que la première qui enverra sa lumière sur la Terre. Voilà donc un nombre infini d'étoiles qui ne donnera pas plus de lumière que l'une d'entre elles. Fort bien, mais il faut réfléchir qu'il y aura aussi un nombre infini de ces colonnes d'étoiles, la voûte céleste pouvant être divisée en un nombre infini de parties. Et la lumière envoyée sur la Terre par cette infinité d'étoiles n'en serait pas moins infinie, comme si tout le firmament n'était qu'un soleil; — ce qui n'est pas.

Une autre objection plus sérieuse serait celle-ci : Supposons toujours l'espace infini rempli d'étoiles suivant la loi des progressions géométriques croissantes. Pourquoi n'admettrait-on pas l'existence d'un milieu très rare répandu dans les espaces interstellaires et qui affaiblirait la lumière des étoiles au point de ne plus la laisser passer au delà d'une certaine distance. Mais, je le demande, comment se fait-il que l'on voie dans les lointaines profondeurs de l'espace des nébuleuses tellement éloignées que les plus puissants télescopes font à peine deviner leur constitution stellaire? Comment expliquer le passage de cette faible lumière à travers ce milieu qui, sous une si énorme épaisseur, devrait être absolument opaque? Non, si ce milieu existe, il doit être d'une rareté excessive et absolument incapable d'exercer un affaiblissement notable sur la lumière que nous envoient les étoiles de notre nébuleuse.

Ainsi, ces considérations théoriques provenant de l'inspection de notre tableau nous conduisent aux mêmes conclusions que celles fournies par les observations astronomiques, c'est-à-dire que nous nous trouvons dans une énorme agglomération de soleils condensés sous forme de nébuleuse, et qu'au-delà, des espaces immenses, internébulaires, pourrait-on dire, nous séparent d'autres amas d'étoiles.

Mais nous allons aller plus loin et pénétrer plus profondément dans la connaissance de l'Univers.

A l'aide de nos lois des progressions géométriques, nous pouvons résoudre les deux problèmes suivants :

A quel ordre de grandeur s'arrête la progression du nombre des étoiles?

Quel est le nombre des étoiles composant la nébuleuse que nous habitons.

Rien ne serait plus facile que de donner une solution exacte de ces problèmes, si deux données ne manquaient pas de précision.

1° Est-il certain que la progression s'arrête brusquement? Non.

On pourrait même dire qu'il est presque certain que la progression, avant de s'arrêter tout à fait, doit subir certaines fluctuations dépendant de la forme de notre nébuleuse. Le télescope nous montre, en effet, des nébuleuses offrant les aspects les plus divers. Les unes, à la vérité, paraissent être des agglomérations sphériques fort régulières; mais les autres présentent les irrégularités les plus variées dans leur aspect général, et souvent beaucoup de vague dans leurs contours, et rien ne prouve que notre Voie Lactée ne soit dans ce cas.

2° Quelle est l'intensité de la lumière envoyée par toutes les étoiles sur la surface de la Terre ?

Des mesures photométriques précises manquent à ce sujet, il faudra nous contenter d'une solution approximative.

Je supposerai, ce qui ne doit pas être très éloigné de la vérité, que la lumière stellaire reçue sur une plaque au gélatinobromure, exposée horizontalement à l'air libre sur une haute montagne, soit la trentième partie de celle que donnerait la pleine Lune dans les mêmes conditions. Mais on sait que la quantité de lumière reçue obliquement est proportionnelle au cosinus de l'angle que font les rayons lumineux avec la normale à la surface éclairée. Et puis, il faudrait tenir compte de l'absorption de lumière assez considérable produite par notre atmosphère au voisinage de l'horizon; de sorte que je crois être en dessous de la vérité en disant que la quantité de lumière envoyée sur toute la Terre par toutes les étoiles est triple de celle que reçoit un observateur situé sur un point de notre globe : ce serait par conséquent la dixième partie de la lumière de la pleine Lune.

Or, d'après William Herschel, la lumière de la pleine Lune équivaut à 27 408 étoiles de première grandeur : la lumière *stellaire* en vaudrait donc 2740,8.

En nous servant de la formule

$$s=\frac{lr-a}{r-1},$$

nous poserons :

$$s=2740,8$$
$$l=x$$
$$r=1,171875$$
$$a=19.$$

En résolvant cette équation du premier degré, à une inconnue, nous trouvons $l=418,19$. Le dernier terme de la progression géométrique croissante $a=19$ et $r=1,171875$ est donc 418,19 si la somme de tous les termes est 2740,8. Or, si nous regardons notre tableau à la dernière colonne, nous voyons que 388,8 est le vingtième terme de la progression. Il est facile de voir que 418,19 correspond sensiblement au vingtième terme et demi. Ainsi toutes nos progressions doivent s'arrêter au terme 20,5 ou à la grandeur 20,5. Est-ce à dire qu'il n'y aura aucune étoile plus faible que la vingtième grandeur et demie dans notre nébuleuse ? Certainement non, et ce serait être en désaccord avec les faits que de vouloir soutenir une pareille hypothèse. Repétons-le encore ici : nous ignorons quelle est la

forme de notre nébuleuse, et par conséquent il est impossible, dans l'état actuel de l'Astronomie, de demander une précision absolue.

Nous arrivons donc, en définitive, à la question suivante : Quelle est la somme de toutes les étoiles jusqu'à la 20,5 grandeur ?

En nous servant encore de la formule

$$S = \frac{lr - a}{r - 1} = \frac{ar^n - a}{r - 1},$$

et en posant

$$a = 19$$
$$r = 3$$
$$n = 20{,}5,$$

nous trouvons S = 66 milliards.

Ainsi, en admettant que la lumière envoyée par toutes les étoiles sur la Terre soit égale à $\frac{1}{10}$ de celle de la pleine Lune, nous trouvons que le nombre des étoiles de notre nébuleuse doit être de 66 MILLIARDS.

Tels sont les résultats auxquels conduisent les déductions précédentes.

La Photographie, cette arme nouvelle de l'Astronome, sera seule capable de nous fournir les deux données précises qui nous manquent : la forme de notre nébuleuse et la valeur de l'intensité de la lumière que toutes les étoiles envoient sur la Terre. Ces lacunes seront sans doute bientôt comblées : ce sera un pas de plus fait dans la connaissance de la vérité.

GUSTAVE HERMITE.

DÉMONSTRATION ÉLÉMENTAIRE DES LOIS DE NEWTON

EN PARTANT DES LOIS DE KEPLER.

Les diverses démonstrations géométriques à l'aide desquelles on parvient au principe de la gravitation universelle, en partant des lois de Kepler, se rapprochent en général plus ou moins de celle que Newton a donnée lui-même dans le livre des *Principes*. Des démonstrations plus simples ont été proposées, mais ces démonstrations reposent encore, tantôt sur la considération de la force centrifuge, tantôt sur la connaissance du rayon de courbure de l'ellipse, ou tout au moins de la valeur de l'angle de contingence. J'ai essayé, dans cette note, d'arriver aux lois de Newton, en ne m'appuyant que sur les propriétés les plus élémentaires de l'ellipse, et en n'empruntant à la Mécanique qu'une seule notion, la définition de l'accélération totale dans le mouvement d'un point matériel. La méthode que j'ai suivie conduit en même temps, d'une manière simple et naturelle, aux formules principales du mouvement elliptique.

Soient S le Soleil supposé fixe au foyer d'une orbite, M une planète décrivant autour de cet astre son ellipse, conformément à la loi des aires. Appelons r le rayon SM, θ l'angle polaire MSA, $d\theta$ l'angle MSM' décrit dans le temps dt.

Soient encore v la vitesse de la planète au temps t, ϖ la perpendiculaire SP

abaissée du foyer sur la tangente en M à l'ellipse, perpendiculaire dont le pied tombe, comme on le sait, sur la circonférence décrite sur le grand axe comme diamètre.

Si l'on désigne par $\frac{1}{2}c$ l'aire décrite par le rayon vecteur de la planète, dans l'unité de temps, et que l'on égale les deux expressions différentes de l'aire MSM', on a

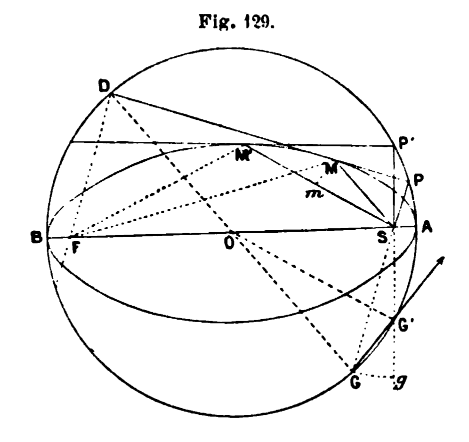
$$r^2 d\theta = \varpi ds = c\,dt.$$

On tire de là

$$\frac{ds}{dt} = v = \frac{c}{\varpi},$$

c'est-à-dire que la vitesse est, en chaque point de l'ellipse, en raison inverse de

Fig. 129.



la perpendiculaire abaissée du foyer sur sa direction, théorème connu et qui s'applique à tous les mouvements dans lesquels le principe des aires a lieu.

Cela posé, prolongeons PS jusqu'au point G, où elle rencontre de nouveau la circonférence.

On a

$$\text{PS}.\text{SG} = \text{SB}.\text{SA} = b^2,$$

DBA désignant le demi petit axe de l'ellipse.

On tire de là

$$\text{SG} = \frac{b^2}{\varpi} = \frac{b^2}{c} v.$$

Ainsi, SG est proportionnelle à la vitesse de la planète et perpendiculaire à la direction de cette vitesse. En outre, si l'on joint le point O au point G, il est facile de voir que la ligne OG est parallèle à SM. En effet, l'angle P étant droit, le diamètre GO prolongé passe par le point D, pied de la perpendiculaire abaissée du second foyer F sur la tangente. Les triangles rectangles SMP, FMD, qui ont les angles en M égaux, sont semblables, et l'on a, en observant que les lignes FD. SG sont égales par la symétrie de la figure,

$$\frac{\text{PM}}{\text{MD}} = \frac{\text{SP}}{\text{FD}} = \frac{\text{SP}}{\text{SG}}.$$

Donc OG est parallèle à SM.

Si l'on répète les mêmes constructions pour le point M', infiniment voisin du point M, on obtient la ligne SG' perpendiculaire et proportionnelle à la vitesse du mobile en M', et l'on voit en outre que OG' est parallèle à SM'.

Cela posé, si l'on fait tourner le triangle infinitésimal SGG' de 90° autour du point S, en marchant vers SM, on voit que les lignes SG et SG' prennent des directions parallèles aux vitesses du point M aux temps t et $t+dt$. Donc la ligne GG' devient parallèle à l'accélération totale de la planète. En outre, SG et SG' étant, d'après ce qui précède, respectivement égales aux deux vitesses consécutives du point M, multipliées par $\frac{b^2}{c}$, on a, en désignant par γ l'accélération totale (1)

$$\frac{GG'}{dt} = \frac{b^2}{c}\gamma.$$

De là deux conséquences immédiates.

1° L'accélération de la planète, au temps t, est perpendiculaire à la limite de la direction GG', c'est-à-dire qu'elle est parallèle à OG, ou, en d'autres termes, elle est dirigée suivant MS. *C'est la première loi de Newton.*

2° On tire de l'équation (1)

$$\gamma = \frac{c}{b^2}\frac{GG'}{dt}.$$

Or $GG' = a \times \text{angle } GOG' = a\,d\theta$, en désignant par a le demi grand axe de l'ellipse.

On a donc

$$\gamma = \frac{ac}{b^2}\frac{d\theta}{dt}.$$

Nous avons trouvé d'ailleurs

$$r^2\,d\theta = c\,dt,$$

d'où

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{c}{r^2};$$

donc

$$\gamma = \frac{ac^2}{b^2}\frac{1}{r^2},$$

c'est-à-dire que l'accélération varie en raison inverse du carré des distances au centre d'attraction. *C'est la seconde loi de Newton.*

Si l'on désigne par p le paramètre $\frac{b^2}{a}$ de l'ellipse, la formule précédente peut s'écrire

$$\gamma = \frac{c^2}{pr^2}.$$

C'est la forme qu'on lui donne habituellement dans les traités de Mécanique.

Posons

$$\frac{ac^2}{b^2} = \mu,$$

il vient

$$\gamma = \frac{\mu}{r^2}$$

et

$$\frac{c^2}{\mu} = \frac{b^2}{a} = a(1 - e^2),$$

e étant l'excentricité. Soit d'ailleurs T le temps de révolution de la planète, on a

$$c = \frac{2\pi ab}{\mathrm{T}}.$$

Donc

$$\mu = \frac{4\pi^2 a^2 b^2}{a(1-e^2).\mathrm{T}^2} = \frac{4\pi^2 a^3}{\mathrm{T}^2}.$$

Or, par la troisième loi de Kepler, $\frac{a^3}{\mathrm{T}^2}$ est constant pour les diverses planètes; d'où il suit que μ est aussi constant d'une planète à l'autre. D'ailleurs μ est l'accélération à l'unité de distance; si donc on suppose connue la mesure des forces, l'équation précédente montre que la force *accélératrice* provenant du Soleil est constante pour les diverses planètes, à égalité de distance, ou, en d'autres termes, que *l'attraction du corps central est proportionnelle à la masse du corps attiré.*

De cette même théorie découle naturellement la formule qui donne la vitesse en fonction du grand axe et du rayon vecteur, formule qui n'a pas encore été démontrée, à ma connaissance, sans l'aide du principe des forces vives ou du calcul intégral.

Le triangle SOG donne

$$\overline{\mathrm{SG}}^2 = \overline{\mathrm{OS}}^2 + \overline{\mathrm{OG}}^2 - 2\,\mathrm{OS}.\mathrm{OG}\cos\mathrm{SOG},$$

ou

$$\frac{b^4}{c^2}.v^2 = \frac{a^4(1-e^2)^2}{\mu a(1-e^2)}v^2 = a^2e^2 + a^2 + 2a^2e\cos\theta;$$

d'où

$$\frac{v^2}{\mu} = \frac{1+e^2+2e\cos\theta}{a(1-e^2)} = \frac{2+2e\cos\theta}{a(1-e^2)} - \frac{1-e^2}{a(1-e^2)}.$$

En se reportant à l'équation de l'ellipse

$$\frac{1}{r} = \frac{1+e\cos\theta}{a(1-e^2)},$$

la formule précédente devient

$$v^2 = \frac{2\mu}{r} - \frac{\mu}{a}.$$

Ainsi les lois de Newton se déduisent, naturellement et simplement, des lois de Kepler.

G. Lespiault,
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

LE JOUR SIDÉRAL ET LA ROTATION DE LA TERRE.

Les conditions personnelles sont aussi variées dans l'étude scientifique que dans toute autre sphère. A côté d'hommes particulièrement bien doués et qui, marchant à grands pas, enjambent les difficultés de détail et arrivent en moins de temps à ces régions d'où l'on contemple la Science dans son ensemble, il en est qui cheminent lentement, qui s'achoppent aux aspérités du sol, s'acharnant sur un même point et n'en voulant pas démordre jusqu'à ce que le terrain soit tout à fait aplani. Je suis de ces derniers; en conséquence de quoi certaines définitions données par tous les traités d'Astronomie, et qui m'ont semblé incomplètes ou peu claires, m'ont trop longtemps arrêté et sont devenues l'objet du travail que je prends la liberté de vous présenter sous le titre suivant : *Le jour sidéral et la rotation de la Terre.* S'il n'y avait qu'une manière de considérer et compter les révolutions de la Terre sur elle-même, tout serait dit; mais il n'en est pas ainsi; il s'agit de savoir avec laquelle des deux révolutions, sidérale et équinoxiale, le jour sidéral est identique, et c'est précisément là-dessus que les définitions ordinairement données manquent de clarté.

Nous savons tous qu'aux deux mouvements principaux de la Terre, celui de *translation* autour du Soleil, qui constitue les années, et celui de *rotation* qui forme les jours, s'en ajoute un troisième infiniment plus lent, d'une autre nature, et qu'on nomme la *précession des équinoxes.* Ce dernier mouvement, dû aux attractions combinées du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial de la Terre, consiste en une déviation très lente de l'axe de rotation de notre globe, d'Orient en Occident. Il résulte de là que la ligne d'intersection des plans de l'Équateur et de l'Ecliptique, ou ligne des équinoxes, tourne lentement en sens rétrograde et que, lorsque dans sa translation, la Terre est revenue au même équinoxe, elle a bien décrit 360°, soit accompli une révolution entière, ni plus, ni moins, autour du Soleil, mais n'est pas revenue tout à fait à l'étoile qui avait pu servir de point de départ en même temps que le point équinoxial. Ainsi se forment : l'*année équinoxiale* ou *tropique*, définie par le retour de la Terre à un même équinoxe, qui est celui du printemps, ou par une révolution de la Terre autour du centre du mouvement, et l'*année sidérale*, définie par le retour de la Terre à une même étoile. Ces deux années diffèrent entre elles d'un peu plus de 20^m de temps [1]; aussi n'entre-t-il dans la pensée de personne de les identifier entre elles, pas même par supposition.

Si nous passons à la rotation, nous verrons qu'un même effet se produit par la même cause. Pendant que la Terre tourne sur elle-même d'Occident en Orient, son axe de rotation, et avec lui le plan de l'Équateur et la Terre entière, se dévient d'une quantité extrêmement faible dans l'intervalle d'un jour vers l'Occident, de sorte que lorsqu'un méridien est revenu au même équinoxe et a décrit une révolution entière autour de l'axe, il n'est pourtant pas encore revenu à une

(1) Durée de temps correspondant au parcours de l'arc de précession annuelle.

n peu,
ɜ qu'en
faible
ɩu bout
inutes;
déjà le
ie qu'il
cement

tre cri-
ɔile; ce
plus ni
s théo-

et pré-
finition
cations
ı méri-
ɜnsions
ɩatation
u qu'un
ites, on
elles et
condi-
ɜ de le
temps,
rs d'un
donner
ı juger.
ıelques
défini-
ı Terre
exacte.
y reve-

20ᵐ23ˢ,3
ɩ8. C'est
urée du
par le

(¹) Cent quarante ans avant l'ère chrétienne.

(²) Il y a dans cette identification telle qu'elle est énoncée dans les ouvrages que nous allons citer, c'est-à-dire non accompagnée de quelque restriction, la même inexactitude que si, à propos du pendule, on disait sans autre explication : les oscillations du pendule sont isochrones.

nant, je vois que la phrase n'était pas finie, mais qu'elle se terminait par ces mots : « ou, ce qui est la même chose, par la révolution d'un méridien par rapport à une même étoile. » Je répète que c'est là donner une fausse idée des choses. Ces deux révolutions ne sont point identiques. Prenons les ouvrages français, et d'abord celui de BRUNNOW, *Astronomie sphérique*, t. I, p. 114, voici ce que nous y lisons : « La durée d'une révolution de la Terre autour de son axe, c'est-à-dire le temps qui s'écoule, entre deux culminations successives d'une même étoile, s'appelle jour sidéral. Le jour sidéral commence, en d'autres termes il est 0^h temps *sidéral*, à l'instant où le point *équinoxial* du printemps passe au méridien ; on dit qu'il est 1^h, 2^h, 3^h..., temps sidéral, quand l'angle horaire de ce point est 1^h, 2^h, 3^h..., c'est-à-dire à l'instant où passe au méridien le point de l'Équateur dont l'ascension droite est 1^h, 2^h, 3^h..., ou 15°, 30°, 45°.... » On trouve absolument la même définition dans l'ouvrage récent de SOUCHON, destiné à expliquer conformément aux progrès de la Science et aux méthodes actuelles, la composition des éphémérides et les données de la *Connaissance des temps*. Eh bien ! je ne puis m'empêcher de dire que ces définitions, qui rapprochent, de manière à les identifier, des durées essentiellement différentes, et cela sans un mot d'explication, alors que dans tout le livre il n'est pas autrement question de la chose, sont des définitions incomplètes, parce qu'elles visent le cas particulier des circonstances pratiques et qu'elles manquent de généralité [1].

Le célèbre BIOT, toujours si exact et précis, paraît avoir senti la convenance d'une restriction plus explicitement exprimée, lorsque, sur le même sujet, il s'exprime de la manière suivante : « Le jour sidéral a pour mesure l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux retours méridiens consécutifs d'une même étoile, supposée absolument fixe sur la sphère céleste, c'est-à-dire dénuée ou dépouillée de mouvement propre, et corrigée aussi des petits déplacements que la précession, l'aberration et la nutation produisent dans ses positions apparentes. En d'autres termes, cela revient à rapporter toujours l'étoile au point équinoxial moyen et à la rendre immobile relativement à lui pendant une révolution du Ciel. Par conséquent, la durée du jour sidéral, ainsi calculée, se trouve réellement définie par les retours consécutifs de ce point vernal moyen au méridien local. » Mais j'ose à peine dire que l'explication m'a paru presque trop simple dans sa forme, revenant presque à ceci que, lorsqu'on a supprimé, par supposition, toutes les différences, il y a alors égalité. C'eût été plutôt, me semblerait-il, le lieu de rappeler le pourquoi de cette convention d'égalité. Et puis, en mettant sur le même rang que la précession, les mouvements propres des étoiles, l'aberration et la nutation, l'auteur introduit un élément nouveau qui détourne un peu

(1) Il ne faut sans doute pas méconnaître qu'il y a déjà dans cette expression : deux culminations *successives*, la restriction nécessaire; mais le rapprochement de ce qui est sidéral et de ce qui est équinoxial est encore trop marqué pour ne pas apporter quelque confusion. Le temps qui s'écoule entre deux culminations, même successives, d'une même étoile, n'est d'ailleurs pas égal au fond, à une révolution de la Terre autour de son axe.

la pensée de la précession et la porte sur d'autres causes de différence entre le jour sidéral et le retour du méridien à une même étoile. Aussi ai-je, pour ma part, perdu du temps à me demander si derrière l'explication de M. Biot, il n'y avait peut-être pas quelque considération plus profonde et que je ne saisissais pas. Je profite de ce que je me suis arrêté sur ce point, pour dire que, dans toute l'étendue de ce travail, j'ai fait abstraction de toutes les variations qui affectent la précession, vu qu'elles n'étaient pas en cause dans le point de vue où je me suis placé.

Pour avoir une définition absolue et qui ne laisse aucun doute, il faut la demander à Le Verrier. Il nous la donne dans sa *Théorie du Soleil* [1] « Le jour *sidéral* est défini par le retour du point *équinoxial* au méridien [2]. » — « Ce jour a une durée de 86 164ˢ091 ». — « Mais le mouvement de rotation de la Terre (ce qui ne peut dès lors être que la durée relative au retour d'une même étoile au méridien) s'accomplit en 86 164ˢ099 ». Voilà bien clairement exprimée la différence entre le jour sidéral et la durée d'une rotation de la Terre par rapport aux étoiles.

Seulement, la dénomination du *jour sidéral* semblerait devoir s'appliquer plutôt à la seconde de ces deux révolutions, à celle qui ramène un méridien à une même *étoile*. Mais ici encore les besoins de la pratique l'ont emporté sur la théorie. On comprend aisément que la distance entre une étoile que l'on voit et le point équinoxial qui ne peut être observé, demeurant à très peu près la même pendant un petit nombre de révolutions, on transporte à l'étoile ce qui n'appartient au fond qu'au point équinoxial, et qu'ainsi, dans ces limites, la révolution observée devienne réellement une révolution sidérale. Cependant il y a toujours là quelque chose qui choque, qui arrête, et l'on se demande pourquoi ce qui s'appelle tropique ou équinoxial quand il s'agit de l'année prend le nom de sidéral alors qu'on parle du jour. Il y la à de quoi surprendre et embarrasser un lecteur non prévenu. Et puis, ce qui était sidéral pour une révolution, cesse de l'être véritablement pour un certain nombre de révolutions. Le temps sidéral, donné dans la *Connaissance des temps*, est formé par une somme de jours sidéraux, et pourtant, si l'on calcule cette somme, on se trouvera d'accord avec le point vernal, mais non avec les étoiles. On pourrait, je pense, indiquer d'autres cas où il importerait de tenir compte de cette différence entre la révolution de la Terre autour de son axe mobile, ou jour sidéral, et sa révolution par rapport aux étoiles, ou *rotation* [3], selon le nom que lui donne Le Verrier.

[1] Annales de l'Observatoire de Paris, t. IV, série des Mémoires, p. 59 :

[2] C'est nous qui soulignons.

[3] Ceci même n'est pas bien précis. *L'Annuaire du Bureau des Longitudes*, année 1886, p. 70, dit : le jour sidéral est la durée de la rotation de la Terre. Le Verrier dit le jour sidéral a une durée de 86164ˢ,091, *mais la rotation* de la Terre s'accomplit en 86164ˢ,099.

On pourrait sans doute nous objecter qu'il y a parité entre l'année sidérale et la rotation considérée relativement aux étoiles. Celle-ci, en effet, est variable par suite de la variation séculaire de la précession, absolument comme cela arrive pour l'année tro-

Nous résumons donc, comme suit, notre critique des définitions ordinaires du jour sidéral. 1° Nous reprochons à ces définitions de présenter comme absolue et générale, par l'absence de quelques mots d'explication, une identité qui, non seulement n'existe pas au fond, mais qui encore ne peut être supposée que pour de faibles intervalles de temps. 2° Nous regrettons aussi qu'il faille appeler sidéral ce qui n'est sidéral que par une nécessité pratique, et qui au fond est équinoxial ou tropique. 3° Nous voudrions enfin que dans les livres destinés à l'enseignement, même à l'enseignement pratique, un article qui pourrait être très court, fût consacré à prévenir de fausses interprétations et à mettre la chose bien au clair.

H. RAPIN,
Professeur à Lausanne.

LES CURIOSITÉS SIDÉRALES

DANS LES INSTRUMENTS DE MOYENNE PUISSANCE (¹).

LA DOUBLE TRIPLE 48 σ D'ORION

Cet astre sextuple mérite d'être cité au même degré que la célèbre étoile ε de la constellation de la Lyre.

La constellation d'Orion est si riche en curiosités célestes que cette étoile semble perdue parmi les opulences de cette « californie du ciel » ; aussi, est-elle peu connue des amateurs, et même de beaucoup d'observateurs, qui, pour la plupart, ignorent jusqu'à son existence : et pourtant nous avons devant les yeux une des principales curiosités sidérales et, de plus, un des assemblages les plus rares du firmament.

σ d'Orion est située à 50′ (un peu moins d'un degré) vers le sud-ouest de ζ du Baudrier : son ensemble constitue à l'œil nu une étoile très peu supérieure à la 4ᵉ grandeur (4-3) de l'échelle de Heis) et se trouve légèrement éclipsée par la lumière des étoiles secondaires de la ceinture du Géant. Sa position est de $5^h 32^m$ en Æ et de — 2°40′ en Ɗ.

Le dessin, tracé à l'échelle de $\frac{1}{8}$ de millimètre pour 1″ de degré, représente cette étoile *doublement détriplée,* à l'aide d'une lunette astronomique de 95^{mm} d'objectif et de 85 de grossissement seulement.

N'ayant pas d'instrument gradué et de micromètre pour mesurer les angles de positions ainsi que les distances, j'ai eu recours pour la construction du diagramme, aux éléments relevés par les Astronomes les plus autorisés : tels que les W. et J. Herschel ; W. et O. Struve ; Smith ; Secchi, etc. J'ai donc adopté la moyenne de leurs observations qui suffisent ici amplement pour les données du sujet.

pique, tandis que les deux révolutions de durée constante sont l'année sidérale et le retour d'un méridien au point équinoxial du printemps ; mais cela ne change rien à ce manque de précision que nous avons signalé dans les définitions du jour sidéral.

(¹) Voir *L'Astronomie.* Décembre 1885, p. 454.

Voici le relevé de ce tableau intéressant :

Grandeurs	Premier	A =	4e gr.	Blanche		AB =	84°		=	13"
et	Système	B	8 »	Bleuâtre	Angles	AC	61	Distances		42"
Couleurs	triple	C	7 »	Rougeâtre	de	AD	322	en		211"
des	Deuxième	D	8-9 »	Grisâtre	positions	DE	267	secondes		9"
Étoiles	Système	E	9 »	Blanchâtre		DF	22	d'arc		68"
—	triple	F	8 »	Grise						

C'est avec une véritable surprise que j'ai contemplé pour la première fois ce ravissant objet, il y a une quinzaine d'années ; depuis, je l'ai toujours revu avec le plus grand intérêt et j'ai souvent dessiné la configuration triangulaire de ses

Fig. 130.



composantes, leur éclat relatif, ainsi que les couleurs variées qui composent cette remarquable étoile qu'on peut surnommer à juste titre la *doublement triple!*

Dans le même champ, il y a deux autres étoiles assez écartées, de 7e grandeur. La première située dans le *sud suivant* est à 5′ environ de σ et se trouve placée sur le prolongement et à peu près à la même distance de l'écartement des deux étoiles F, C. La seconde dans le *nord suivant* est plus éloignée dans la direction des étoiles A, C, et sa distance à σ (A) peut être évaluée à 9′ environ.

Les lunettes puissantes ont dévoilé de plus un quatrième et très faible compagnon à chaque étoile triple et aussi deux étoiles très fines entre ces assemblages. Ces étoiles minuscules ne furent pas vues par les Herschel, mais furent observées plus tard par les Struve et le professeur Barlow. On se trouverait donc en présence de deux systèmes quadruples nettement définis. Nous n'en parlons ici que pour mémoire, notre but étant de faire connaître ce qui peut être observé avec les instruments de puissance moyenne mis à la portée des astronomes amateurs.

Ce vaste système stellaire a été découvert en octobre 1779, par William Herschel, le plus grand observateur des temps modernes, qui en a noté les angles de positions et les distances. Depuis un siècle qu'il a été enregistré et selon la concor-

dance des résultats obtenus par les astronomes contemporains, aucune étoile de cet ensemble ne paraît avoir changé de place, soit angulairement, soit en distance : ce laps de temps n'a donc apporté aucune variation nettement appréciable dans les mesures exécutées avec toute la précision désirable.

Nous avons là, sous l'œil du télescope, le spectacle de six soleils principaux, participant ensemble au même mouvement propre de l'étoile prépondérante. Il n'est point probable que deux systèmes ternaires situés aussi près l'un de l'autre et presque en contact sous un même rayon visuel soient là par un simple effet de perspective ? Si l'on songe à l'extrême rareté que deux étoiles triples disposées similairement peuvent se rencontrer dans le même champ de vision et trôner à des distances inégales dans les profondeurs des cieux, il est indubitable que pareil fait ne se présentera pas selon les lois de probabilités. Mais, puisque semblable rencontre existe, que nous en avons un échantillon frappant en l'étoile multiple σ d'Orion, nous devons en conclure qu'il y a dans les abîmes de l'espace de réelles associations binaires, ternaires et autres, formées de soleils inégaux obéissant aux lois d'ensemble fixées par la gravitation universelle.

Malgré la fixité relative de ces deux systèmes jumeaux, puisque cent ans d'observations n'ont apporté aucun changement sensible, comme rien n'est immobile dans le monde étoilé, que le mouvement est la loi suprême de l'Univers, que ces astres doivent opérer sûrement leurs révolutions en des temps indéterminés, depuis cent mille jusqu'à plusieurs millions d'années, on ne peut s'empêcher d'être saisi de la grandeur et de la sublimité de ces associations prodigieuses placées à de telles distances (milliers de milliards de lieues au minimum), que le Soleil, l'étoile qui nous éclaire, avec son cortège insignifiant de Planètes, n'est qu'un bien pauvre système parmi tous ceux qu'il nous est possible de contempler.

LÉON FENET.
Observateur à Beauvais.

LES MARÉES SOUTERRAINES.

Le 10 février 1879, cinq grandes mines de charbon situées à Dux en Bohême furent envahies par les eaux. M. Klänne, ingénieur et directeur de l'exploitation, ayant appris que le niveau de l'eau ne s'élevait pas graduellement et régulièrement, mais qu'il s'arrêtait et diminuait parfois pendant quelques heures pour remonter ensuite avec une nouvelle force, soumit ce phénomène curieux à une étude approfondie et ne tarda pas à reconnaître que les oscillations suivaient un mouvement de flux et de reflux dépendant comme celui de la mer, de l'attraction luni-solaire. Ses observations embrassent un intervalle de cinq mois. La marche du phénomène est nettement définie, principalement à l'époque des syzygies ; il y a alors en vingt-quatre heures deux maxima et deux minima bien marqués ; aux quadratures, l'amplitude de l'oscillation de douze heures est la plus réduite, et celle de vingt-quatre heures est surtout en évidence.

M. Grablowitz a soumis au calcul les observations faites à Dux, et les a com-

parées aux observations de marées faites à Fiume, à la même époque de l'année, mais à une date antérieure, par le professeur Stahlbergen.

Les coïncidences révélées par son Tableau donnent une grande probabilité à l'existence d'une dépendance directe entre le mouvement de marée souterraine et l'attraction luni-solaire. Il reste à savoir si ce mouvement est dû à l'action du Soleil et de la Lune sur une vaste nappe d'eau souterraine, ou bien à une déformation du sol lui-même, qui aurait pour résultat d'augmenter et de diminuer périodiquement la capacité du réservoir, et par suite de faire monter et descendre à niveau. C'est cette dernière thèse que M. Grablowitz s'attache à démontrer dans la seconde partie de son travail.

Peut-être l'explication de ces marées souterraines n'est-elle pas éloignée de ce qui suit. Ce phénomène, en effet, n'est pas nouveau dans l'observation. Arago s'est occupé de cette question dans son mémoire sur les puits artésiens, et il ne sera pas sans intérêt de reproduire ici le chapitre qu'il lui a consacré sous le titre *De l'effet des marées sur quelques fontaines artésiennes*. Le voici :

« Le niveau de la fontaine jaillissante de Noyelle-sur-Mer, département de la Somme, monte et baisse avec la marée. Il en est, je crois, de même de toutes les fontaines analogues qui ont été forées dans les environs d'Abbeville.

Lorsqu'on n'a pas de moyen direct d'apprécier les changements de niveau, on constate d'une manière non moins évidente l'influence du flux et du reflux, en mesurant aux époques convenables, la quantité d'eau que les fontaines artésiennes fournissent.

Ainsi, à Fulham, près de la Tamise, dans une propriété de l'évêque de Londres, une fontaine forée à 97 mètres de profondeur, donne 363 ou 273 litres d'eau par minute, suivant que la marée est haute ou basse.

Voyons si cet effet de la marée est aussi difficile à expliquer qu'on paraît le croire.

Si l'on pratique, dans le paroi d'un vase de forme quelconque rempli de liquide, une ouverture dont les dimensions, comparées à celles du vase, soient très petites, l'écoulement qui s'opèrera par cette ouverture n'altèrera pas sensiblement l'état initial des pressions. Deux, trois, dix ouvertures, pourvu qu'en somme elles satisfassent toujours à la condition d'être très petites, laisseront, de même, les pressions exercées en chaque point du vase un peu éloigné de ces ouvertures, ce qu'elles étaient dans l'état d'équilibre, ce qu'elles étaient quand le liquide n'avait aucun mouvement. Supposez maintenant l'ouverture ou les ouvertures un peu grandes, et tout sera changé; et les dimensions qu'on leur donnera règleront les pressions en chaque point; et si l'une des ouvertures diminue de grandeur, la vitesse d'écoulement augmentera aussitôt dans les autres.

Ces principes parfaitement démontrés de l'hydrodynamique s'appliqueront sans effort au phénomène qui nous occupe.

Admettons que la rivière souterraine où va s'alimenter une fontaine artésienne se décharge aussi partiellement dans la mer ou dans un fleuve sujet au flux et au

reflux, et cela par une ouverture un peu grande, comparée à ses propres dimensions. D'après ce que nous venons de dire, si cette ouverture diminuait, la pression s'accroîtrait aussitôt dans tous les joints des canaux naturels ou artificiels que les eaux de la rivière remplissent; l'écoulement par le trou de la sonde deviendrait donc plus rapide; ou bien le niveau de l'eau s'élèverait dans les buses. Or, tout le monde comprendra qu'amener la haute mer sur l'ouverture par laquelle une rivière souterraine se décharge c'est diminuer, par une augmentation de la pression extérieure, la quantité d'eau de cette rivière qui pourra s'écouler en un temps donné. L'effet est précisément celui qu'une diminution d'ouverture eût produit; ainsi la conséquence doit être la même : le flux et le reflux de la mer détermineront donc un flux et un reflux correspondants dans la source artésienne. Tel est, en réalité, le phénomène observé à Noyelle et à Fulham.

Une application très décisive de ces principes a été faite à un puits foré creusé postérieurement.

Une fontaine artésienne forée en 1840, dans l'enceinte de la citadelle de Lille, éprouve toutes les vingt-quatre heures, des variations d'écoulement qui sont manifestement liées au cours des marées. Sur ma demande, ce phénomène a été étudié avec soin. Les observateurs ont particulièrement porté leur attention sur les heures des maxima et des minima d'écoulement, comparées aux heures des marées sur les points de la côte la plus voisine. M. le capitaine du génie Bailly a constaté que le débit maximum du puits artésien est de 64 litres par minute, et son débit minimum de 33 litres. La hauteur la plus grande à laquelle l'eau s'élève, est de 2^{m}39 et la hauteur la plus petite de 1^{m}95. Les plus grandes variations dans l'écoulement et dans la hauteur de l'eau correspondent aux syzygies; les plus faibles coïncident d'une manière constante avec les quadratures. Il semble donc bien qu'on peut conclure de là que les différences dans l'écoulement de l'eau sont dues aux marées. En comparant l'heure de la pleine mer entre Dunkerque et Calais, et l'heure à laquelle a lieu le maximum du débit du puits foré, on trouve un intervalle d'environ 8 heures, d'où on peut conjecturer que si la nappe d'eau souterraine, qui alimente le puits, se rend à la mer entre Dunkerque et Calais, l'effet produit met 8 heures à se propager jusqu'à Lille.

M. E. Robert a observé en Islande des phénomènes du même ordre. Ainsi, près de Buden, sur la côte occidentale, il existe des sources d'eau qui montent et descendent, suivant le flux et le reflux de la mer. « Il y a même, d'après Olafsen et Paulsen, dans le district de Skoga-Piordur, des sources thermales dont les orifices sont toujours à sec aux époques des plus basses marées. Enfin plusieurs voyageurs ont pensé que le grand Geyser, quoique éloigné d'une quinzaine de lieues environ de la mer, peut être en communication avec elle. C'est un point dont il y aurait lieu d'indiquer une étude attentive aux expéditions scientifiques qui se rendront encore dans le nord de l'Europe. »

Ainsi, en définitive, quand la mer est haute, l'eau s'élève; quand la mer est basse, l'eau descend; à tel point que l'on peut ainsi, à des distances assez grandes, savoir, à très peu près, les moments du flux et du reflux.

La nappe d'eau qui alimente les puits s'écoule sous terre jusqu'à la mer; elle est par suite en relation avec celle-ci. Il est tout simple que, lorsque la mer est pleine, elle refoule par le poids de l'eau salée le liquide de la nappe souterraine qui afflue dans les puits. Lorsque la mer est retirée, la hauteur d'eau étant moindre, exerce une pression plus faible sur la couche aquifère, et le niveau baisse dans les puits.

COMPLÉMENT SUR LA PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE (1).

Les poses très courtes ont l'avantage de permettre l'inscription sur une même plaque de plusieurs images; la glace reste très pure, même aux environs immédiats du disque lunaire. En espaçant les poses de 4 minutes, par exemple, la série des images forme une ligne orientée exactement de l'est à l'ouest. On n'a qu'à choisir, parmi elles, celle qui supporte le mieux l'agrandissement : c'est la meilleure.

Il est donc facile, grâce au gélatinobromure d'argent, de reproduire les phases d'une éclipse de lune (la pose, dans ce cas, est un peu moins courte, à cause de la pénombre).

Les éclipses de Soleil, le rapprochement des planètes brillantes, leurs conjonctions avec la Lune, les principales occultations, etc..., sont des phénomènes que le même procédé permet de fixer d'une manière satisfaisante. Chaque genre de photographie est naturellement soumis à des conditions variables de succès.

Pour le Soleil, la pose doit être aussi courte que possible avec les obturateurs existant dans le commerce. Mais cela ne suffit pas. Réduite à $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de seconde, l'exposition est encore trop longue. Il faut diminuer l'intensité au moyen de diaphragmes allant jusqu'à $\frac{1}{60}$ $\frac{1}{80}$ du foyer. Si la pose paraît encore trop longue, on peut placer devant l'objectif un verre coloré plus ou moins foncé. On arrive bien vite à trouver la pose exacte. L'apparition d'une tache de 50″ à 60″ est excellente pour les essais de photographie solaire.

Quant aux cartes d'étoiles, il est clair que si l'on veut obtenir une impression positive satisfaisante, la pose doit être prolongée assez longtemps pour que les images soient suffisamment opaques, après développement. En posant une seconde, on obtient les étoiles jusqu'à la cinquième grandeur; les images sont légèment allongées, dans la direction est-ouest.

Le développement doit être très soigné.

J. TRAMBLAY.
Observateur à Orange.

(1) Voir le dernier numéro de l'*Astronomie*, p. 382. Ce complément a été reçu trop tard pour être ajouté à l'article de M. Tramblay. Nous réparons cette omission aujourd'hui.

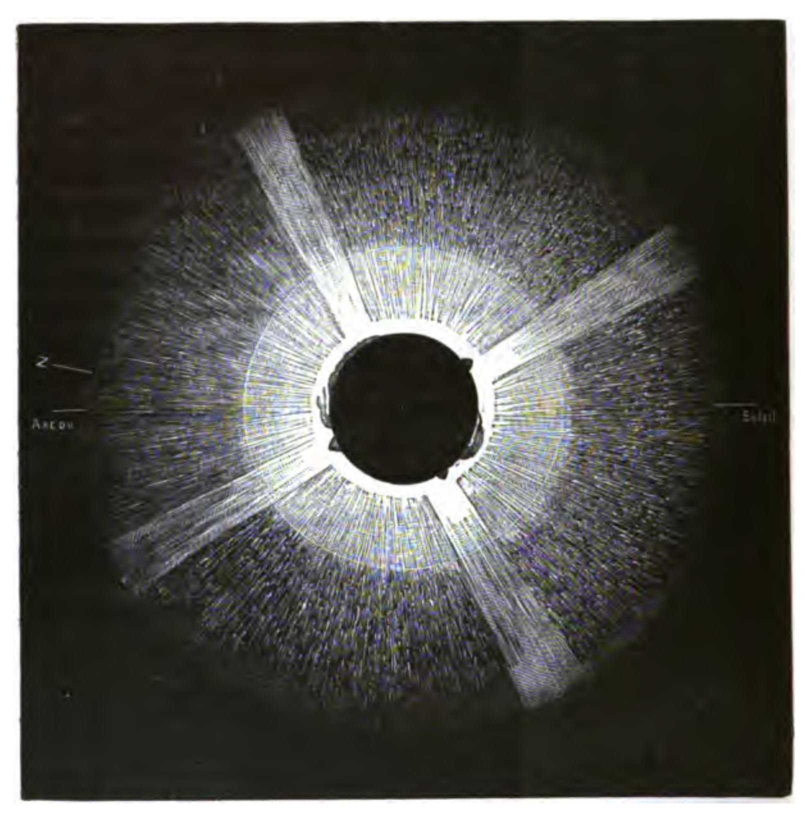
NOUVELLES DE LA SCIENCE. — VARIÉTÉS.

La 260e petite planète. — Une nouvelle petite planète vient d'être découverte par M. Palisa, à l'observatoire de Vienne. C'est la 55e que découvre ce persévérant et infatigable chercheur.

L'éclipse de soleil du 29 août. — Nous avons signalé précédemment l'envoi



Fig. 131.



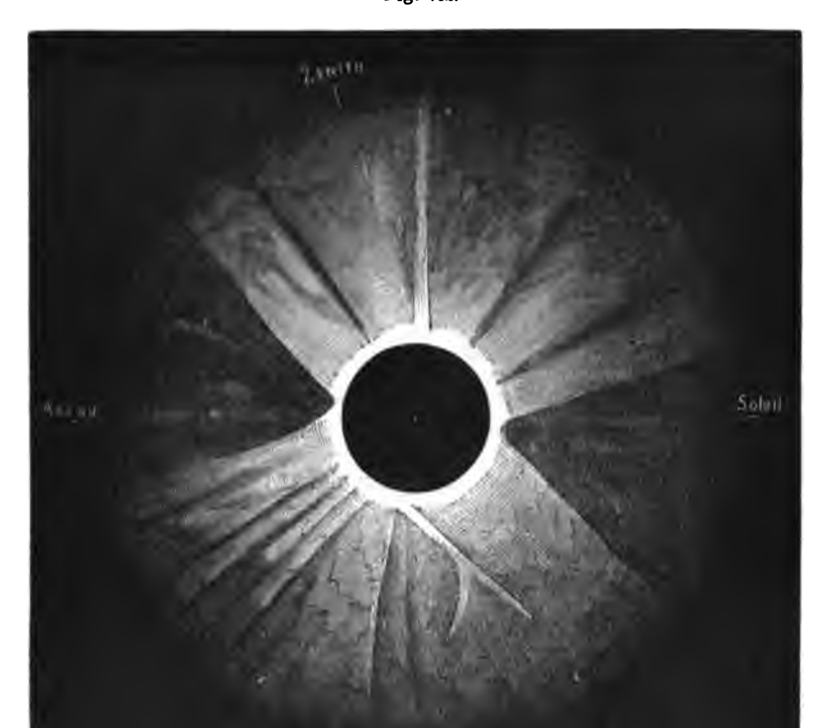
L'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860.

d'une mission anglaise à la *Grenade* (Antilles), chargée d'observer l'éclipse totale de soleil du 29 août.

Nous avons reçu les meilleures nouvelles de la réussite des observations. Elles ont été favorisées par un temps magnifique, et on a obtenu plusieurs photographies excellentes de la Couronne solaire. Elle s'étendait à une distance de *près de deux diamètres du Soleil.* Son spectre était semblable à celui qui a été observé pendant l'éclipse du 6 mai 1883 à l'île Caroline, près des Marquises, dans le Pacifique Sud. Le professeur Thorpe a obtenu d'excellentes observations photométriques. Au moment de la totalité, la lumière était moindre que celle que donne la pleine Lune. La durée de la totalité a été de $3^m 52^s$.

Cette étendue de la Couronne paraît considérable, et elle l'est en effet. N'ayant reçu aucun croquis de cette éclipse, nous ne pouvons juger en ce moment de cet aspect. Remarquons toutefois que cette immensité de la lumière coronale n'est pas sans précédent dans les dernières observations d'éclipses. Afin que nos lecteurs puissent se rendre compte de ces sortes d'aspects, nous reproduisons ici

Fig. 132.



L'éclipse totale de Soleil du 12 décembre 1871.

deux observations analogues, celle de l'éclipse totale du 18 juillet 1860 faite par M. Bulard à Lambessa, et celle du 12 décembre 1871 faite par M. Tupman à Saffna. Dans ces deux éclipses la distance, du bord solaire à l'extrémité de la Couronne, s'élevait à un diamètre et demi du Soleil, soit à plus de cinq cent mille lieues de la surface solaire.

Nous avons reçu de la Martinique l'observation de toutes les phases de l'éclipse prises de cinq en cinq minutes, depuis le commencement, à $5^h 55^m$ du matin jusqu'à la fin, à $8^h 19^m$, par M. Léo Lalung. Vingt croquis faits avec précision accompagnent cette relation. Nous reproduisons ici celui de la phase centrale. L'éclipse ne devait pas être totale à la Martinique, et, comme on le voit, le disque lunaire n'a laissé qu'un mince croissant solaire non éclipsé.

Cette même éclipse a été observée aux îles Açores, à Ponta Delgada (S[t] Miguel) par M. Francisco Alphonso Chaves. La phase maximum a été très faible ; (un dixième du diamètre solaire). Au moment de la séparation du disque lunaire.



Fig. 133.



Phase centrale de l'éclipse du 29 août 1886, à la Martinique.

l'observateur a remarqué une légère lueur orangée sur le bord de la Lune. (Lunette de 108mm gross. de 55, oculaire bleu-foncé).

Nous avons également reçu de Port-au-Prince (Haïti) l'observation de cette éclipse, faite par M. Boom. La Lune a recouvert $\frac{8}{10}$ du diamètre solaire et l'on a remarqué que les cornes du croissant solaire ainsi formé n'étaient pas pointues, mais arrondies.

Deux nouvelles comètes. — M. Finlay, du Cap de Bonne Espérance, a découvert une comète le 26 septembre. C'est une faible nébulosité de 1'5 de diamètre, offrant à peu près l'éclat d'une étoile de 10e à 11e grandeur. Cette petite comète télescopique paraît être la même que la comète de Vico, 1844,1. Son éclat va en augmentant.

Le 4 octobre, M. E. Bernard, et le 5, M. Hartwig, ont découvert séparément une autre comète sur laquelle M. Riccó, de Palerme, nous adresse les observations suivantes :

« La comète apparaît globulaire avec un diamètre d'environ 3'. Dans l'observation du 7, il m'a semblé voir qu'elle était suivie à l'ouest par une nébulosité extrêmement faible, qui pouvait être une trace de la queue; mais l'état du ciel peu favorable ne m'a pas permis d'en acquérir la certitude, et après je n'ai plus rien vu. Je suis curieux de savoir si quelque autre observateur, plus habile et plus heureux que moi, a vu réellement la queue. Le noyau de la comète est bien distinct, un peu excentrique vers l'est. Le spectre est l'ordinaire, formé par les trois bandes des hydrocarbures, dont celle du milieu (verte) est de beaucoup plus longue

et plus forte (peut-être double); après vient la bande noire réfrangible (jaune); la bande plus réfrangible (bleue) est très faible. Le spectre du noyau est continu, mais notablement renforcé sur les bandes : il est formé par un trait vif, très délié et d'une bande plus large, faible, estompée; le spectre du noyau s'étend de très peu au-dessus des bandes.

« La comète disparaissait dans le réfracteur de $0^m,25$, pour l'observation ordinaire, à peu près 50 minutes avant le lever du Soleil, lorsque les étoiles de 8e étaient encore visibles, et que celles de 9e ne l'étaient plus.

« Le 14 octobre, en y donnant une attention particulière, je l'ai pu suivre jusqu'à $17^h 27^m$, c'est-à-dire jusqu'à 41^m avant le lever du Soleil.

« En représentant graphiquement les positions précédentes, on voit que le mouvement apparent de la comète l'éloigne du Soleil et de la courbure de la trajectoire, qui dévie vers le Soleil; en appliquant la règle de Laplace, on trouve qu'à présent la comète est entre l'orbite terrestre et le Soleil. Le calcul de l'orbite nous dira si elle a passé ou non au périhélie; dans son spectre, le plus simple, il n'y a rien qui indique que ce passage ait eu lieu depuis peu. A. Riccò.

Observatoire de Palerme.

On trouvera à la Correspondance les positions calculées, afin que ceux d'entre nos lecteurs qui voudraient observer ces nouvelles comètes puissent les trouver dans le Ciel.

Corpuscules devant le Soleil. — J'ai lu avec plaisir, dans le dernier n° de la *Revue*, l'article de M. Maurice Jacquot du Havre, sur le passage de corpuscules devant le Soleil, parce que ces observations confirment celles que j'ai faites moi-même.

Ma première remarque de ces corpuscules lumineux date du *4 avril 1882* et la voici telle qu'elle est relatée sur mon cahier d'observations :

4 avril 1882, 3^h après-midi, compté jusqu'à 25 corpuscules lumineux comme des étoiles, dans une minute. Comme des étoiles filantes à travers la lunette. Qu'est-ce? Des oiseaux? des insectes? des mouches?

Ayant fait le relevé des jours où j'ai annoté l'apparition de points lumineux non sur le disque du Soleil, mais à côté, dans le champ violet de la lunette, je crois devoir vous transmettre ce relevé avec l'observation telle qu'elle est consignée sur mes cahiers :

5 avril 1882. — Vu des corpuscules brillants comme hier.
8 — — Grand nombre de points lumineux qui traversent rapidement la lunette.
24 mai 1882. — Myriade de points lumineux. Avec l'oculaire blanc, les points paraissent blancs, au lieu d'être lumineux.
14 mai 1883. — Quelques points lumineux à travers le Soleil.
9 juin 1883. — Vu quelques points blancs.
1er juillet 1884. — Mouches blanches autour du Soleil.
12 juillet 1885. — Points blancs devant le disque, mouches ou hirondelles.
22 — — Des points blancs voltigent.
23 — — Id. Id.
24 — — Des points blancs traversent la pénombre.

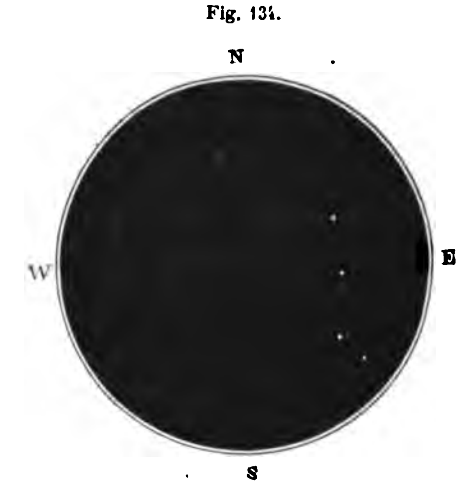
13 septembre 1885. — Beaucoup de mouches blanches.
6 juillet 1886. — Passage de points blancs.
18 juillet 1886. — Quelques points blancs.
7 octobre 1886. — Quelques points blancs.

Comme vous pouvez le voir, dès ma première observation, je me suis posé la question de savoir ce que pouvaient être ces points lumineux. Je ne suis pas plus fixé aujourd'hui sur l'origine de ces corpuscules blancs ou lumineux.

HIPP. CORNILLON,
Observateur à Arles.

La nébuleuse double H. I, 17-18, Lion ($10^h41^m + 13°13'$) décrite dans *les*

Fig. 134.



La nébuleuse double du Lion et ses étoiles voisines. Champ = 25' (Lunette de 108mm.)

Étoiles, p. 359, peut être facilement observée dans les instruments de moyenne puissance. J'ai l'honneur de vous adresser, pour être communiqué aux lecteurs que ces observations intéressent, le dessin que j'en ai fait le **10 avril dernier**, à l'aide d'une lunette de 108mm munie d'un prisme; oculaire grossissant **100** fois. C'est une belle nébuleuse double, auprès de laquelle se montrent quatre petites étoiles.

GINIEIS.

L'objectif de 0m76 de l'Observatoire de Pulkowa. — Ce grand équatorial vient d'être terminé et monté à l'Observatoire russe. On l'a dirigé vers plusieurs objets célestes, entr'autres la nouvelle nébuleuse des Pléïades, les étoiles multiples, et l'on est très satisfait de sa réussite.

Sept des huit satellites de Saturne étaient parfaitement perceptibles. Titan, le plus grand d'entre eux, apparaissait même avec un disque appréciable. Tous les détails du système si complexe de Saturne furent d'ailleurs très bien saisis. On distinguait l'anneau extérieur avec sa faible raie, la division entre les deux anneaux brillants, l'anneau intérieur, et enfin l'anneau nébuleux; on voyait également

l'ombre de la planète sur l'anneau, ainsi que les bandes de son disque. Le spectacle était admirable, quant à la représentation des détails; cependant les contours n'étaient pas clairement définis et, à part la grande quantité de lumière qui éclairait le champ de vue, on peut dire que l'aspect de la planète ne diffère pas considérablement de ce qui est visible dans une lunette de plus faible dimension.

On voyait Jupiter avec des dimensions apparentes qui ne semblaient pas non plus dépasser considérablement celles qu'il présente dans une petite lunette ordinaire de huit pouces. Cependant il était si brillant et semblait si rapproché qu'on ne pouvait se défendre de l'idée de le croire placé tout contre l'objectif. Les bandes de la planète paraissaient avec une variété de teintes exceptionnelle; on y percevait vaguement comme un mélange de plaques à contours diffus de couleur rose pâle, gris et vert tendre, pourpre et brun. L'apparence des quatre satellites de la planète témoignait en faveur de la puissance de l'instrument en se présentant sous forme de disques. L'absence de la tache rouge fut vivement regrettée par les observateurs.

Enfin le colosse fut dirigé vers la nébuleuse qui est visible dans le grand trapèze d'Orion. Ici le spectacle fut admirable, et la puissance de l'appareil fut définitivement appréciée; les contours importaient peu pour cette observation, c'était de la lumière qu'il fallait, et la lumière inondait abondamment le champ de l'instrument.

Le spectacle a été, vraiment, d'une beauté incomparable : au centre on voyait six étoiles, dont quatre plus brillantes que les autres. Autour de ce groupe se dessinait une sorte de tête d'un immense animal dont la bouche ouverte était assez bien figurée par le trapèze d'étoiles brillantes. La plus grande partie du champ était parsemée de traits de lumière diffuse formant spirales et produisant un contraste frappant avec les parties sombres. Le tout était criblé de nombreuses étoiles qui semblaient jeter un élément de vie sur cet ensemble que nul pinceau ne saurait décrire.

Foudre en boule. — Pendant l'orage qui a éclaté sur la ville de Gray, le mercredi 7 juillet 1886, à 7^h30^m du soir, le tonnerre est tombé en boule, sur une maison de la rue des Prés. Un large et rouge éclair, venant du S.-O., a tout à coup illuminé le ciel et, au milieu d'un fracas et d'un embrasement indescriptibles, une boule de feu, d'un diamètre apparent d'environ 0^m30 à 0^m40, s'est abattue, en s'épanouissant en grenade, sur l'extrémité de l'arête du toit dont elle a haché, comme un paquet d'allumettes, sans toutefois mettre le feu, l'extrémité de la poutre maîtresse sur une longueur d'environ 0^m60, jonchant le grenier d'esquilles menues et faisant s'écrouler les plâtres de l'étage inférieur.

De là, *elle a rebondi* sur la toiture d'un petit escalier extérieur, y a fait un trou, en a pulvérisé et dispersé les tuiles, s'est abattue sur le chemin, et a disparu un peu plus loin en roulant au milieu de plusieurs personnes qui en ont été quittes pour la peur. Au moment où elle est tombée sur le petit escalier, une

jeune fille se trouvait sur les marches; la foudre a éclaté juste au-dessus de sa tête, sans même l'effleurer; elle n'a pas été atteinte davantage par les débris de tuiles.

G. VANNESSON, ancien président,
Gray (Haute-Saône).

Même sujet. — A Crawforth, dans l'Indiana, aux États-Unis, pendant une pluie abondante, mais sans aucun signe d'orage, des personnes, qui se trouvaient en dehors d'une maison, virent entrer par une fenêtre un globe de feu qui bientôt ressortit par une cheminée. On se précipita à l'intérieur et on fut stupéfait de trouver, étendu sur le sol de la chambre dans laquelle s'était introduit le météore, le corps inanimé du propriétaire de la maison.

Le tapis était brûlé sur une ligne allant de la fenêtre à la cheminée; le corps se trouvait sur cette ligne, *entièrement carbonisé* et complètement défiguré.

On a déjà signalé des cas où la foudre en boule s'est échappée par les cheminées, ce qui semblerait indiquer qu'elle peut, dans une certaine mesure, obéir aux courants d'air, et ce qui justifierait cette opinion des campagnes, qu'il faut les supprimer avec soin en temps d'orage. D'autre part, la forme de cette manifestation, si l'observation est exacte, semble en contradiction avec l'explication donnée par M. Planté de la nature de la foudre en boule. Si le globe ne se compose en effet que d'une masse de vapeurs ou d'air raréfié, chargée au plus haut degré d'électricité de haute tension, il est difficile d'admettre qu'il ne se soit pas complètement dissipé après une décharge capable de carboniser le corps d'un homme.

Le cas précédent, qui montre la foudre en boule tombant sur un toit et rebondissant comme une balle, conduit à la conclusion qu'il y a là une certaine quantité de matière.

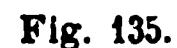
Phénomène électrique. — Pendant un orage observé à Montmaurin (Haute-Garonne), le 25 juin 1881, M. R. Larroque a été témoin du curieux phénomène que voici : « Dans une touffe de lis de mon jardin, dit-il, je vis le plus élevé d'entre eux plongé dans une lueur diffuse, violacée, qui formait une auréole autour de la corolle. Cette lueur persista huit ou dix secondes. Dès qu'elle eut cessé de paraître, je m'approchai du lis, que je trouvai, à ma grande surprise absolument dépourvu de son pollen, tandis que les fleurs voisines en étaient chargées. Le fluide électrique aurait donc disséminé ou emporté le pollen. »

La foudre photographiée. — J'ai l'honneur de vous adresser la photographie d'un éclair que j'ai prise pendant l'orage du 2 septembre, qni a éclaté sur Pontoise de 9^h à 10^h du soir. Cet orage est loin d'avoir eu la violence de celui qui a éclaté dans l'après-midi de la même journée sur notre région; il n'en n'était, en quelque sorte, que la suite. Néanmoins, j'ai pu prendre cette photographie, que je trouve digne d'attention, à cause de sa forme tourmentée, rappelant des nœuds de corde, et assez semblables à l'un des deux éclairs photographiés par M. Moussette et publiés par la *Revue*.

Cet éclair est parti à 25° de hauteur au-dessus de l'horizon du Sud, et a été assez

brillant pour tracer la silhouette des maisons situées en face de ma terrasse.

J'accompagne cette épreuve d'une échelle mesurant 10° et permettant d'éva-


Fig. 135.



Photographie directe d'éclairs.

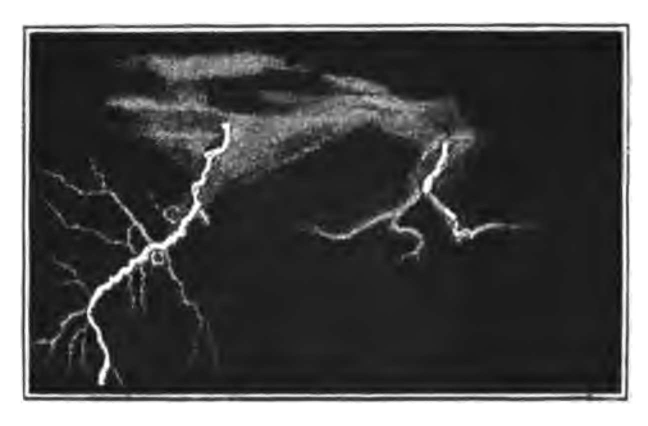
luer la longueur angulaire de l'éclair. J'étais tellement absorbé par mon travail de photographe, que je n'ai songé qu'après à compter le nombre de secondes écoulées entre l'apparition de l'éclair et l'audition du bruit du tonnerre, ce qui eût permis de connaître ses dimensions réelles.

Cette photographie est sans aucune retouche.

LABEAUME,
observateur à Pontoise.

Même sujet. — La publication par la *Revue* de curieuses photographies

Fig. 136.



Photographie directe d'éclairs.

d'éclairs, m'engage à vous adresser la photographie d'une foudre observée dans

cette ville, le 12 mai 1884, à $10^h,15$ du soir, et exécutée par un des élèves de l'école d'Arnhem, M. H.-A Rouffaer. L'héliogravure a été faite par M. Meisenbach, à Munich (Bavière).

F.-W. Krecke
Docteur ès sciences à Amsterdam.

Curieuse coïncidence. — Un grand nombre de journaux ont parlé de phénomènes magnétiques extraordinaires produits par un orage violent qui a éclaté sur la ville de Saint-Étienne, le 19 septembre dernier.

Le plus singulier de ces phénomènes était ainsi raconté :

« C'est à l'Éden que le phénomène le plus remarquable a été constaté.

« Au moment même où la foudre tomba sur le paratonnerre, le directeur de l'établissement, son fils et un employé, qui se trouvaient seuls dans la salle, procédant à divers aménagements avant la représentation, ont vu les lampes électriques de la scène et des galeries s'allumer d'elles-mêmes.

« Cette illumination générale n'a duré qu'un instant, un dixième de seconde peut-être, le temps qu'a mis l'éclair à parcourir le ciel; néanmoins, les cercles lumineux renfermés dans les lampes ont brillé du plus vif éclat. »

Dans une lettre adressée à la *Lumière électrique*, la Société électrique Edison explique simplement ce fait curieux par une coïncidence surprenante. L'ouvrier, occupé au montage d'un ampèremètre, voulant vérifier les connexions avec le réseau, a fermé le commutateur général, ce qui a allumé pendant une seconde toutes les lampes à incandescence, juste au moment où la foudre tombait sur le paratonnerre de la station centrale.

Le Tonnerre est un phénomène extrêmement rare à Lima (Pérou). On ne croyait pas, en 1803, que le fait se fût produit plus de deux ou trois fois en trois siècles, c'est-à-dire depuis la fondation de la ville; depuis 1803, on n'y a entendu de coups de foudre que le 31 décembre 1877.

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

A FAIRE DU 15 NOVEMBRE AU 15 DÉCEMBRE 1886.

Principaux objets célestes en évidence pour l'observation.

1° CIEL ÉTOILÉ :

Il faut se reporter soit aux cartes publiées dans la première année de la *Revue*, soit aux descriptions données dans *Les Étoiles*, pour une étude détaillée du Ciel étoilé pendant cette période de l'année, ainsi que pour l'observation des étoiles multiples, des amas et des nébuleuses.

Les longues soirées de novembre et de décembre sont souvent favorisées par un Ciel d'une pureté parfaite. C'est presque toujours aux époques des hautes pressions barométriques qui accompagnent ordinairement les fortes gelées, lorsque l'atmosphère immobile se maintient assez longtemps dans un calme absolu, que

les astres brillent du plus vif éclat sur la voûte azurée et répandent leur plus douce lumière sur la terre engourdie par le froid.

Mercure, Cérès, Pallas, Junon, Saturne, Neptune sont visibles le soir; *Vesta, Jupiter* et *Uranus,* le matin.

2° SYSTÈME SOLAIRE :

SOLEIL. — La longueur des jours va sans cesse en diminuant, du 15 novembre au 15 décembre. Cette décroissance est de 38^m le matin et de 16^m seulement pour le soir, soit en tout 54^m.

Il y a toujours une différence considérable entre l'instant du midi vrai et celui du midi moyen. En conséquence, la durée du jour est partagée en deux portions inégales : le 15 novembre, la matinée est de 4^h49^m et la soirée de 4^h18^m, différence 31^m; le 1er décembre, matinée 4^h26^m, soirée 4^h4^m, différence 22^m; enfin, le 15 décembre, matinée 4^h11^m, soirée 4^h2^m. Cette anomalie tient à l'emploi du *temps moyen* pour régler les heures et le temps civil.

Le Soleil continue à s'éloigner de l'équateur céleste. Sa déclinaison australe est de 18°33′ au 15 novembre et de 23°17′ au 15 décembre. L'astre du jour, dans sa marche apparente, se rapprochant constamment de l'horizon, pour nos régions tempérées, les quantités de lumière et de chaleur que nous recevons diminuent assez rapidement.

Apparition de la *Lumière zodiacale*, le soir, dans le Ciel de l'occident, une heure après le coucher du Soleil.

LUNE. — Nous voici revenus dans la saison des beaux clairs de Lune. C'est aux environs du Premier Quartier, le soir, et du Dernier Quartier, le matin, que notre satellite s'offrira aux regards des astronomes, dans les meilleures conditions possibles. Vers la Pleine Lune, notre satellite s'élèvera de plus de 60° au-dessus de l'horizon de Paris, lors du passage au méridien.

Un phénomène assez rare se produira le 24 novembre, vers les six heures du matin : on pourra apercevoir nettement le *mince croissant lunaire*, environ 36^h avant la Néoménie. Mais le 26 novembre, vers 4^h40^m du soir, le *croissant lunaire* sera visible dans une jumelle marine, à l'Occident, *vingt et une heures* après la Nouvelle Lune. Nous insérerons les observations qui nous seront adressées.

PHASES... { DQ le 18 novembre, à 10^h50^m soir. PQ le 3 décembre, à 2^h35^m soir.
NL le 25 » à 7 28 » PL le 11 » à 9 39 matin.

Occultations et appulses visibles à Paris.

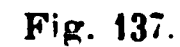
Deux occultations et une appulse seront observables à Paris, dans la première moitié de la nuit.

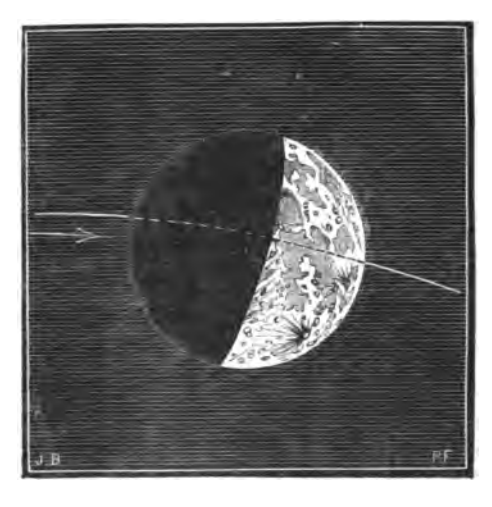
1° h^1 VERSEAU (5,5 grandeur), le 3 décembre, de 5^h18^m à 6^h43^m du soir. L'étoile disparaît à gauche du disque de la Lune, en un point situé à 19° au-dessus du point le plus oriental, et réapparaît à l'Occident, en un point situé à 27° du point le plus à droite. Cette occultation est représentée *fig.* 137 Le phénomène sera visible dans l'Europe centrale.

2° 14 BALEINE (6° grandeur), le 5 décembre, à 4^h57^m du soir, simple appulse. L'étoile

ne fera que frôler le disque de la Lune, à la faible distance de 4',9 et en un point situé à 4° à droite et au-dessus du point le plus bas. Dans le Nord de l'Europe, il y aura occultation.

3° B. A. C. 1526 (5,5 grandeur), le 10 décembre, de $10^h 40^m$ à $11^h 56^m$ du soir. La dispa-


Fig. 137.



Occultation de h' Verseau par la Lune, le 3 décembre, de $5^h 18^m$ à $6^h 43^m$ du soir.

rition de l'étoile a lieu dans la région orientale du disque de la Lune, en un point situé à 19° au-dessous du point le plus à gauche, et la réapparition à l'Occident, à 34° au-dessous du point le plus à droite.

Cette occultation sera visible dans le Nord-Ouest de l'Europe.

Occultations diverses.

Les lecteurs de *L'Astronomie* habitant les diverses contrées du globe pourront encore observer les curieuses occultations qui suivent :

1° Régulus ou α Lion (1,5 grandeur), le 19 novembre, vers $2^h 17^m$ du matin, temps moyen de Paris. Cette intéressante occultation ne pourra être observée que dans l'hémisphère sud de la Terre, du 19° au 78° degré de latitude, c'est-à-dire au sud de l'Afrique, dans l'Océan Atlantique et dans l'Amérique méridionale.

2° β Vierge (3,5 grandeur), le 20 novembre, vers $11^h 11^m$ du soir. Le phénomène ne pourra être étudié qu'au delà du 55° degré de latitude nord, dans la Sibérie et le Nord-Est de la Russie.

3° η Vierge (3,5 grandeur), le 21 novembre, à $0^h 13^m$ de l'après-midi. Cette occultation ne sera visible qu'au delà du 42° degré de latitude boréale, dans l'Amérique du Nord.

4° λ Vierge (3° grandeur), le 21 novembre, à $9^h 55^m$ du soir. Les limites de latitude sont 42° N. et 28° S. Le phénomène sera observable dans le sud de l'Asie et dans l'Océan Indien.

5° Aldébaran (1re grandeur), le 10 décembre, à $2^h 12^m$ du soir. Limites de latitude 4° N. et 70° N. Cette remarquable occultation pourra être observée dans la plus grande partie de l'Asie.

7° 54 Cancer (6,5 grandeur), le 14 décembre, de $9^h 35^m$ à $10^h 18^m$ du soir. Cette occultation sera visible en France et dans les Iles Britanniques.

MERCURE. — *Mercure* reste visible, le soir, surtout pour les habitants de l'hémisphère sud, jusqu'au 26 novembre. La marche de la planète est directe, à travers la constellation d'Ophiuchus, jusqu'au 23 novembre.

Le 23 novembre, *Mercure* est situé à 20′ au nord de l'étoile de 3,5 grandeur θ Ophiuchus.

Conjonction avec la Lune, le 26 novembre, à 9^h du soir. *Mercure* est à 5°41′ au sud.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher.	Différence Soleil.	Constellation.
16 Novembre....	1^h18^m soir.	5^h12^m soir	0^h55^m	OPHIUCHUS.
18 »	1 16 »	5 10 »	0 55	»
20 »	1 13 »	5 8 »	0 55	»
22 »	1 8 »	5 4 »	0 53	»
24 »	1 0 »	5 0 »	0 51	»
26 »	0 49 »	4 52 »	0 45	»

Mercure se rapproche de nous jusqu'au 3 décembre, jour où la rapide planète se trouve en *conjonction inférieure* avec le Soleil, à midi, et arrive à sa distance minimum de la Terre. Comme à ce moment la déclinaison australe de *Mercure* est inférieure de plus de 3° à celle du Soleil, il s'ensuit que la planète devient parfaitement visible à l'œil nu, le matin, quatre ou cinq jours après.

Pendant le mois de décembre, *Mercure* se lèvera près de deux heures avant le Soleil. Ce seront là des conditions extrêmement favorables pour l'étude de cette curieuse planète. Il faut être à son poste avant l'apparition de l'aurore.

La planète a un mouvement rétrograde à travers les constellations d'Ophiuchus et du Scorpion jusqu'au 13 décembre, jour où elle sera observable à moins de 2° au Nord-Ouest de la brillante étoile de seconde grandeur β Scorpion.

Conjonction de *Mercure* et de *Vénus*, le 3 décembre, à 1^h du soir. Distance des deux planètes 1°14′.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Différence Soleil.	Constellations.
8 Décembre....	6^h34^m matin.	11^h 7^m matin.	1^h 8^m	OPHIUCHUS.
10 »	6 19 »	10 54 »	1 26	SCORPION.
12 »	6 7 »	10 43 »	1 39	»
14 »	6 0 »	10 36 »	1 48	»
16 »	5 55 »	10 30 »	1 55	»

Mercure a un diamètre de 9″,8 le 3 décembre; sa distance à la Terre est alors de 100 millions de kilomètres et au Soleil de 46 millions de kilomètres.

VÉNUS. — *Vénus* est perdue dans le voisinage du Soleil et demeure entièrement invisible. C'est le 3 décembre, à 5^h du matin, que la planète est en *conjonction supérieure* avec le Soleil et atteint sa distance maximum à la Terre, 253 millions de kilomètres.

MARS. — *Mars* se couche toujours deux heures, en moyenne, après le Soleil. Cette planète s'éloigne du globe terrestre et devient de plus en plus difficile à apercevoir.

PETITES PLANÈTES. — *Cérès* continue sa marche directe dans le Sagittaire et dans le Capricorne. Avec une jumelle ordinaire, on peut distinguer nettement

cette petite planète, dans le voisinage des étoiles ψ et ω du Capricorne, entre lesquelles elle passera le 10 décembre.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Cérès.	Constellation.
16 Novembre......	4h24m soir.	7h57m soir.	SAGITTAIRE.
20 »	4 13 »	7 49 »	»
24 »	4 3 »	7 41 »	CAPRICORNE.
28 »	3 53 »	7 33 »	»
2 Décembre.. ...	3 43 »	7 25 »	
6 »	3 33 »	7 18 »	»
10 »	3 23 »	7 10 »	»
14 »	3 13 »	7 3 »	»

Coordonnées au 10 décembre : Ascension droite 20h40m. Déclinaison 26°17′ S.

Le 10 décembre, la distance de *Cérès* à la Terre est de 527 millions de kilomètres et au Soleil de 442 millions de kilomètres.

Pallas est bien facile à découvrir dans la constellation de l'Aigle où elle est en mouvement direct. On doit employer une marine ou une lunette astronomique munie d'un faible oculaire.

Le 16 novembre, la petite planète sera facile à trouver, à cause de sa *conjonction* avec θ Serpent. *Pallas* ne sera éloignée que de 2° de cette étoile, au sud.

Autre *conjonction* avec δ Aigle, de 3,5 grandeur, le 10 décembre. La planète sera placée à 1°40′ au sud de l'étoile.

Conjonction avec ι Aigle, le 15 décembre. *Pallas* sera visible à 2°40′ au nord de l'étoile.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Pallas.	Constellation.
16 Novembre......	3h 8m soir.	9h23m soir.	AIGLE.
20 » ...	2 57 »	9 11 »	»
24 »	2 46 »	8 58 »	»
28 »	2 35 »	8 46 »	»
2 Décembre... .	2 24 »	8 34 »	»
6 »	2 13 »	8 23 »	»
10 »	2 3 »	8 12 »	»
14 »	1 52 »	8 1 »	»

Coordonnées au 10 décembre : Ascension droite 19h19m. Déclinaison 1°12′ N.

La distance de *Pallas* à la Terre est alors de 611 millions de kilomètres et au Soleil de 508 millions de kilomètres.

Junon s'éloigne de notre globe terrestre, mais se rapproche du Soleil. Elle se meut d'un mouvement direct vers les étoiles α et β Capricorne. Se servir d'une bonne jumelle.

Jours.	Passage Méridien.	Coucher de Junon.	Constellation.
16 Novembre......	2h58m soir.	7h55m soir.	ÉCU DE SOBIESKI.
20 »	4 48 »	7 44 »	»
24 »	2 38 »	7 34 »	SAGITTAIRE.
28 »	2 28 »	7 24	»
2 Décembre......	2 18 »	7 14 »	»
6 »	2 8 »	7 4 »	»
10 »	1 59 »	6 55 »	»
14 »	1 49 »	6 46 »	»

Coordonnées au 10 décembre : Ascension droite 19h16m. Déclinaison 14°12′S.

A cette même date, la distance de *Junon* à la Terre est de 536 millions de kilomètres et au Soleil de 418 millions de kilomètres.

Vesta est très intéressante à suivre dans sa marche directe à travers la constellation de la Vierge. Avec une lunette terrestre, on pourra l'apercevoir aisément dans le voisinage des brillantes étoiles η, γ, δ, θ Vierge.

Le 15 novembre, la petite planète est à 4°30′ au nord de η. Le 30, elle se trouve à 4° au nord de γ. Le 4 décembre, *Vesta* est éloignée de 3° de δ et le 15 décembre, elle sera visible à 5° au nord de θ Vierge.

Jours.	Lever de Vesta.	Passage Méridien.	Constellation.
17 Novembre......	2h 9m matin.	8h 30m matin.	VIERGE.
21 »	2 2 »	8 21 »	»
25 »	1 55 »	8 12 »	»
29 »	1 48 »	8 2 »	»
3 Octobre......	1 41 »	7 53 »	»
7 »	1 34 »	7 44 »	»
11 »	1 28 »	7 34 »	»

Coordonnées au 10 décembre : Ascension droite 12h 53m. Déclinaison 0°50′ N.

Distance de *Vesta* à la Terre, au 10 décembre, 373 millions de kilomètres et au Soleil de 343 millions de kilomètres.

JUPITER. — Cette admirable planète est en mouvement direct dans la constellation de la Vierge, à une faible distance de l'*Epi de la Vierge*.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
17 Novembre......	4h 23m matin.	9h 34m matin.	VIERGE.
21 »	4 11 »	9 34 »	»
25 »	4 0 »	9 22 »	»
29 »	3 49 »	9 9 »	»
3 Décembre......	3 37 »	8 56 »	»
7 »	3 25 »	8 43 »	»
11 »	3 13 »	8 30 »	»

Jupiter a un diamètre de 30″ au 1er décembre. Sa distance à la Terre est de 910 millions de kilomètres et au Soleil de 807 millions de kilomètres.

SATURNE. — *Saturne* devient observable, le soir, dès 9h, avec une lunette astronomique. On la reconnaît de prime abord, parce qu'elle est placée au sud de *Castor* et de *Pollux* et au nord de *Procyon*. Cette belle planète est en mouvement rétrograde dans la constellation des Gémeaux.

Le 16 novembre, à 1h du soir, *Saturne* est en *conjonction* avec la Lune, à 3°3′ au nord de notre satellite. Le 13 décembre, à 5h du soir, nouvelle *conjonction* avec la Lune; la planète est à 2°59′ au Nord.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
17 Novembre......	8h 2m soir.	3h 52m matin.	GÉMEAUX.
21 »	7 46 »	3 36 »	»
25 »	7 29 »	3 19 »	»
29 »	7 12 »	3 3 »	»
3 Décembre......	6 56 »	2 47 »	»
7 »	6 39 »	2 30 »	»
11 »	6 22 »	2 13 »	»

Diamètre de *Saturne* 18",2 au 1er décembre. Distance à la Terre 1227 millions de kilomètres et au Soleil 1338 millions de kilomètres.

URANUS. — *Uranus* suit sa marche directe dans la constellation de la Vierge, au sud et à 3° de γ, et se dirige vers θ. Elle se trouve donc dans le voisinage de *Vesta*, ce qui permettra d'étudier ces deux astres l'un après l'autre.

La planète *Uranus* est aisée à découvrir à simple vue. Elle a l'aspect d'une étoile de sixième grandeur.

Jours.	Lever.	Passage Méridien.	Constellation.
17 Novembre.....	3h 9m matin.	8h 56m matin.	VIERGE.
22 »	2 51 »	8 37 »	»
27 »	2 32 »	8 18 »	»
2 Décembre......	2 14 »	7 59 »	»
7 »	1 55 »	7 40 »	»
12 »	1 36 »	7 21 »	»

Coordonnées au 1er décembre : Ascension droite 12h43. Déclinaison 3°56′ S.

Le diamètre d'*Uranus* est de 4" au 1er décembre ; la distance à la Terre est de 2789 millions de kilomètres et au Soleil de 2714 millions de kilomètres.

III. ÉTOILES FILANTES.

La nuit du 27 novembre 1885 a été marquée par l'apparition de plusieurs millions de corpuscules enflammés, débris de la comète Biela. Chaque année, on remarque un certain nombre de météores dans les nuits des 27, 28 et 29 novembre. La ligne qui renferme la région d'émanation est très irrégulière et le centre se trouve entre Cassiopée et Andromède. Que les observateurs du Ciel se tiennent donc prêts à noter tout ce que ces nuits pourront nous offrir de météores.

Dans les nuits du 6 au 13 décembre, on constate un autre courant d'étoiles filantes, généralement faible. Mais ce phénomène présente néanmoins un intérêt tout spécial : il y a eu dans le passé des pluies d'étoiles d'une intensité exceptionnelle. Il existe alors plusieurs points radiants dont les deux plus importants sont l'un dans les Gémeaux, à l'ouest de Castor, et l'autre dans la tête du Petit Lion, vers la Grande-Ourse. Nous engageons vivement les météorologistes à être à leurs postes dans les nuits précitées.

IV. ÉTOILE VARIABLE.

Les minima suivants d'*Algol* ou β Persée seront observables :

16 Novembre....	Diminution principale.	8h 17m soir.	Minimum.	9h 43m soir.
19 »	» »	5 6 »	»	6 32 »
6 Décembre.....	» »	9 59 »	»	11 25 »
9 »	» »	6 48 »	»	8 14 »
12 »	» »	3 37 »	»	5 3 »

EUGENE VIMONT.



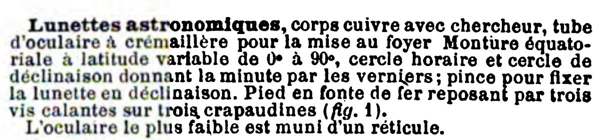
A. BARDOU

CONSTRUCTEUR D'INSTRUMENTS D'OPTIQUE

FOURNISSEUR DU MINISTÈRE DE LA GUERRE

Circulaire ministérielle du 29 Juillet 1872

55, rue de Chabrol, à Paris.



Lunettes astronomiques, corps cuivre avec chercheur, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer Monture équatoriale à latitude variable de 0° à 90°, cercle horaire et cercle de déclinaison donnant la minute par les verniers; pince pour fixer la lunette en déclinaison. Pied en fonte de fer reposant par trois vis calantes sur trois crapaudines (*fig.* 1).
L'oculaire le plus faible est muni d'un réticule.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	DIAMÈTRE des cercles.		OCULAIRES.				PRIX.
				Terrestres.		Célestes.		
		Cercle horaire.	Cercle de déclinaison.	Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	
0m,108	1m,60	0m,15	0m,18	1	80	3	100, 160 et 270	1450
0m,135	1m,90	0m,15	0m,18	1	90	4	100, 150, 200 et 450	2500

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre avec chercheur, pied fer et soutien de stabilité servant à diriger la lunette par mouvement vertical lent au moyen d'une crémaillère; tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument (*fig.* 2) et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.	Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.			
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.		
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	275	25
0m,081	1m,30	1	55	3	75, 120 et 200	360	35
0m,095	1m,45	1	60	3	85, 130 et 240	465	35
0m,108	1m,60	1	80	3	100, 160 et 270	650	35

Lunettes astronomiques et terrestres, corps cuivre, pied fer, mouvements prompts, tube d'oculaire à crémaillère pour la mise au foyer. L'instrument et ses accessoires sont calés dans une boîte en sapin rouge.

DIAMÈTRE des objectifs.	LONGUEUR focale.	OCULAIRES.				PRIX.		Augmentation pour pied de rechange en chêne permettant d'observer debout.
		Terrestres.		Célestes.				
		Nombre.	Grossissements.	Nombre.	Grossissements.	Sans chercheur.	Avec chercheur.	
0m,057	0m,85	1	35	1	90	100	135	25
0m,061	0m,90	1	40	1	100	140	175	25
0m,075	1m »	1	50	2	80 et 150	190	225	25

On peut ajouter et l'on ajoute généralement à ces divers modèles :

Monture à prisme pour observer facilement au zénith. Prix.. **35 fr.**
Ecran pour examiner les taches du Soleil. Prix...... **15 fr.**

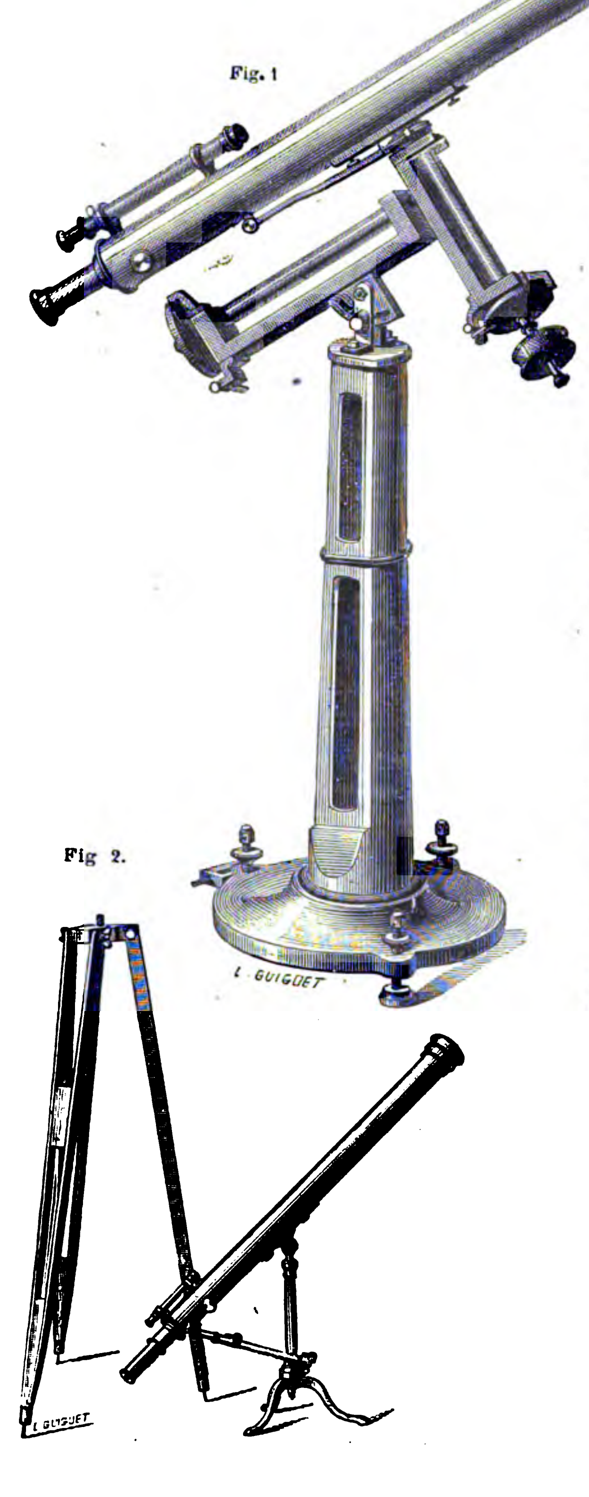


Fig. 1

Fig 2.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

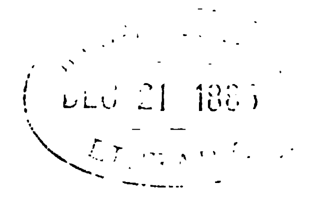


TABLE DES MATIÈRES

DU CINQUIÈME VOLUME DE L'« ASTRONOMIE ».

N° 1.

N° 2

N° 3

N° 4

N° 5

N° 6

N° 7

N° 8

N° 9

TABLE DES GRAVURES.

TABLE ALPHABÉTIQUE.

*

TABLE DES AUTEURS

ET DES NOMS CITÉS.

FIN DE LA CINQUIÈME ANNÉE.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins

